TRAITÉ
DE CHIMIE.
TOME IV.

TRAITÉ
DE CHIMIE
ÉLÉMENTAIRE,
THÉORIQUE ET PRATIQUE;

PAR L.-J. THENARD,

De l'Académie royale des Sciences de l'Institut de France; Professeur de Chimie au Collége de France, à l'École Polytechnique et à la Faculté des Sciences de l'Académie de Paris; Membre du Conseil de perfectionnement du Conservatoire des Arts et Métiers, du Comité consultatif du Ministère de l'intérieur, de la Société philomatique, de la Société de la Faculté de Médecine de Paris, de la Légion-d'Honneur; correspondant des Académies de Berlin, de Madrid, de Naples, de Munich, d'Erfurt, etc.

TROISIÈME ÉDITION,

REVUE ET CORRIGÉE.

TOME QUATRIÈME.



A PARIS,

CHEZ CROCHARD, LIBRAIRE, CLOÎTRE ST.-BENOÎT, N° 16.

1821.

DE L'IMPRIMERIE DE FEUGUERAY
rue du Cloître Saint-Benoît, n° 4.

ERRATA.

Le lecteur est prié de faire les corrections suivantes :

Page 9, ligne 24 : l'un des onze ; *lisez*, l'un des douze.
— 21 — 19 : qu'ils pourraient être altérés ; *lisez*, que le protoxide d'azote pourrait être impur ;
— 22 — 6 : n'équivale seulement à ; *lisez*, équivale seulement à.
— 32 — 15 : (86) ; *lisez* (87 *bis*).
— 45 — 22 : qui se forment ; *lisez*, qui restent.
— 67 — 7 : à une chaleur de 200 à 300 degrés ; *lisez*, à une chaleur de 150 degrés au plus.
— 68 — 16 : qui aurait pu ; *lisez*, qui auraient pu.
— 72 — 19 : soit attaquée ; *lisez*, soit attaquée, et la faisant précéder d'une nouvelle calcination avec le nitrate de potasse.
— 73 — 9 : par l'acide oxalique ; *lisez*, par le tartrate acide de potasse.
— 73 — 10 : par l'eau ; *lisez*, par l'eau chargée d'acide nitrique.
— 76 — 33 et 34 : ne soient plus troublées par le nitrate de baryte ; *lisez*, ne verdissent plus le sirop de violettes.
— 84 — 7 : des quatre ; *lisez*, des trois.
— 84 — 12 : le premier ; *lisez*, l'oxide de zinc.
— 98 — 33 : les 0,9 du bouton ; *lisez*, les neuf dixièmes du $\frac{1}{2}$ gramme d'alliage.
— 98 — 34 : que le bouton ; *lisez*, que ce $\frac{1}{2}$ gramme d'alliage.
— 103 — 3 : ces métaux ; *lisez*, les métaux.
— 132 — 19 et 20 : en retranchant ce poids de celui de la cornue et de l'oxide ; *lisez*, en retranchant de ce poids celui de la cornue vide.
— 147 — 9 et 10 : de l'oxigène et du chlore ; *lisez*, de l'oxide de chlore ou de l'oxigène et du chlore.
— 148 — 23 : l'un des acides du phosphore ; *lisez*, de l'acide phosphorique, de l'acide phosphatique ou de l'acide phosphoreux.
— 168 — 5 : Bergmanu ; *lisez*, Bergmann.
— 173 — 18 : doivent être nécessairement suivis ; *lisez*, doivent être suivis de préférence.
— 190 — 15 de la note : chlorure de potasse ; *lisez*, chlorure de potassium.
— 194 — 22 : on soutient celui ; *lisez*, on soutient celui-ci.
— 224 — 26 : d'autres produits que du chlore ; *lisez*, d'autres produits que du chlore ou de l'oxigène.
— 229 — dernière : chorure ; *lisez*, chlorure.
— 240 — 16 : nous cirerons ; *lisez*, nous citerons.
— 259 — 33 : de cuivre avec deux d'oxigène ; *lisez*, d'oxigène avec un de cuivre.
— 266 — 11 de la note : sur ce que la chaleur latente serait ; *lisez*, sur la chaleur latente qui serait.
— 276 — 27 : inchona ; *lisez*, cinchona.
— 295 — 21 : d'acides ; *lisez*, d'acide.

Additions à l'errata du premier volume.

Page 74, ligne 31 : 4 fois ; *lisez*, 5 fois.
— 74 — 34 : 4 kilog. ; *lisez*, 5 kilog.
— 74 — 34 : 5 kil. ; *lisez*, 6 kilog.
— 75 — 5 : MM. Sharpe, Southern, Clément et Despretz ; *lisez*, MM. Sharpe et Southern.
— 75 : supprimez tout l'alinéa à partir de : les trois premiers n'ont examiné (lignes 8 et 9).

TABLE

DES MATIÈRES CONTENUES DANS CE VOLUME.

TROISIÈME PARTIE.

ADDITIONS.

FIN DE LA TABLE DU QUATRIÈME ET DERNIER VOLUME.

TRAITÉ
DE CHIMIE
ÉLÉMENTAIRE,
THÉORIQUE ET PRATIQUE.

TROISIÈME PARTIE.

Des Principes généraux de l'Analyse chimique.

2013. Après avoir examiné les différentes propriétés des corps, jeté un coup-d'œil sur leur état naturel, décrit leur préparation, leurs usages, exposé les lois de leur composition, il nous reste encore à parler des procédés que l'on doit employer pour déterminer leur nature et la proportion de leurs principes constituans. Ce sont ces procédés qui constituent l'analyse chimique proprement dite.

2014. Cette partie de la chimie, inconnue, pour ainsi dire, il y a soixante ans, a fait depuis cette époque, et surtout depuis une trentaine d'années, d'immenses progrès qui sont dus aux instrumens que l'on est parvenu à se procurer, à l'adresse avec laquelle on les a maniés, à la fidélité des réactifs dont on a fait usage, aux lois que l'on a

découvertes, à la précision qu'on s'est attaché à mettre dans toutes les opérations, précision dont Lavoisier a donné, le premier, l'exemple.

Il était rare autrefois, lorsqu'on parvenait à connaître les principes constituans d'un corps, d'en déterminer la proportion à un dixième près; aujourd'hui les erreurs que l'on commet ne vont presque jamais au-delà d'un centième, à moins que les principes ne soient nombreux.

2015. Il semble d'abord qu'il suffise de connaître toutes les propriétés des corps pour analyser ceux-ci : cependant l'on serait fort embarrassé si, ne s'étant jamais occupé d'analyse, il s'agissait de faire celle d'un composé, même peu compliqué. A quelles épreuves le soumettre? Comment parvenir à savoir le nombre des substances différentes qu'il contient? Comment les reconnaître, et lorsqu'on les aura reconnues, comment les séparer et estimer la quantité de chacune d'elles? Ce sont autant de questions dont on ne peut trouver la solution qu'autant qu'on est guidé dans la marche qu'il est nécessaire de suivre. On sent combien serait précieux un traité où elle serait fidèlement tracée; mais la composition d'un ouvrage de ce genre offre de grandes difficultés : j'essaierai toutefois de le faire; ce qui m'y détermine, c'est la conviction où je suis qu'il sera utile, tout en laissant beaucoup à désirer.

2017. Je diviserai cet essai en neuf chapitres; je traiterai, dans le premier, des manipulations communes à un grand nombre d'analyses; dans le second, de l'analyse des gaz; dans le troisième, de celle des corps combustibles; dans le quatrième, de celle des oxides et des acides; dans le cinquième, de celle des sels; dans le sixième, de celle des eaux minérales; dans le septième, de celle des matières végétales et animales; dans le huitième, je considérerai le problème dans toute sa généralité, et je traiterai de l'art de reconnaître à laquelle de ces divisions le corps à analyser

appartiendra ; enfin, le neuvième sera consacré aux nombres proportionnels et aux nombres atomistiques. Je dirai surtout, après avoir donné une idée précise de ces nombres, comment l'on peut s'en servir pour exprimer la composition des corps.

Chaque chapitre comprendra souvent plusieurs sections, et chaque section un certain nombre de problèmes, dont le premier, quand il s'agira d'analyse, aura ordinairement pour objet de distinguer les uns des autres les différens corps qui seront compris, soit dans la section, soit dans le chapitre.

CHAPITRE PREMIER.

Des Manipulations communes à un grand nombre d'analyses.

2018. Il est un certain nombre d'opérations ou de manipulations que nous aurons souvent occasion de faire. Nous allons les examiner et les décrire une fois pour toutes, afin de n'être point obligés d'en répéter la description.

2019. Lorsqu'on soumet un corps à l'analyse, et que ce corps est solide, il faut d'abord le diviser. Cette opération doit être faite au moyen de mortiers, de porphyres, de limes, d'une dureté bien plus grande que celle du corps même, pour que celui-ci ne puisse pas les attaquer. S'il n'en était pas ainsi, l'on déterminerait par une expérience préliminaire la quantité de matière enlevée à l'instrument dont on se servirait, et l'on en tiendrait compte.

2020. Après avoir divisé convenablement le corps, on en pèse une certaine quantité, 10 grammes, par exemple. A cet effet, l'on ne doit employer que des balances très-sensibles : nous en possédons aujourd'hui qui, chargées d'un kilogramme, trébuchent à un milligramme.

2021. Le corps étant pesé, on le met en contact avec les agens qui doivent en opérer la dissolution totale ou partielle; après quoi l'on verse dans la dissolution différens réactifs pour précipiter successivement, autant que possible, les substances qui s'y trouvent. Il faut toujours verser un grand excès du précipitant, à moins qu'il ne redissolve des quantités sensibles de précipité. C'est ainsi que, pour extraire le deutoxide de cuivre de la dissolution de deuto-sulfate de ce métal, on ajoute beaucoup plus de solution de potasse qu'il n'en faut pour saturer l'acide : sans cela, une portion de celui-ci pourrait rester unie à l'oxide, et alors le précipité, au lieu d'être de l'oxide pur, serait un sous-sulfate ou un mélange d'oxide et de sous-sulfate.

2022. Le précipité, quel qu'il soit, doit être lavé jusqu'à ce que les matières qui l'altèrent soient entièrement enlevées. Le lavage se fait, tantôt par décantation, au moyen d'un siphon ou d'une pipette, et tantôt par filtration. Dans tous les cas, on reconnaît qu'il est terminé lorsque les eaux de lavage ne contiennent plus aucune trace des matières étrangères au précipité : par exemple, si l'on a versé de l'acide sulfurique dans une dissolution de nitrate de baryte, pour en séparer cette base, on ne cessera de laver le sulfate insoluble qui se formera qu'à l'époque où l'eau de lavage ne sera plus troublée par le nitrate de baryte. Dans tous les cas aussi, l'on a soin de réunir les eaux de lavage à la liqueur même, toutes les fois qu'il reste encore en dissolution quelques matières du corps que l'on analyse.

2023. Le précipité étant lavé, l'on procède à sa dessiccation, en l'exposant d'abord à une chaleur douce dans l'étuve à quinquet, puis, lorsqu'il est amené à l'état de poudre, en le faisant rougir dans un creuset, si toutefois il est capable de résister à l'action d'une haute température : après quoi il doit être pesé. Que si cette température

pouvait en opérer la décomposition, on se contenterait de le soumettre à la chaleur de l'eau bouillante, en le remuant de temps en temps, ou bien de le placer dans le vide sur du sable chaud, à côté d'une capsule contenant des fragmens de chlorure de calcium. Ces opérations se font diversement.

Supposons, en premier lieu, que le précipité ait été séparé par décantation, et qu'on puisse le faire rougir sans le décomposer, on le mettra tout de suite dans le creuset où cette dernière opération devra être faite. Ce creuset sera de platine ou d'argent.

Mais si le précipité ne pouvait supporter une aussi haute température sans être altéré, et si par conséquent il devait être desséché par l'un des autres moyens indiqués, il serait plus commode de le mettre dans une petite capsule de porcelaine.

Supposons maintenant que le précipité ait été recueilli sur un filtre, il faudra, si la matière peut supporter la chaleur rouge sans éprouver d'altération, et si les principes du filtre ne sont pas capables de l'attaquer, la mettre, ainsi que le filtre, dans le creuset : le filtre se consumera, et la matière seule restera.

Dans le cas où le précipité ne pourrait pas résister à l'action d'une chaleur rouge, on le ferait sécher sur le filtre même que l'on étendrait sur quelques doubles de papier, et l'on déduirait du poids total celui du filtre, ce que l'on ferait en prenant un filtre de même poids, le desséchant bien et le pesant.

Enfin, lorsque le précipité pourra supporter une chaleur rouge, mais qu'il sera altéré par les principes du filtre, l'on étendra encore celui-ci sur des doubles de papier, et l'on enlèvera de dessus, avec un couteau d'ivoire ou de corne, le plus possible de précipité. Toute la partie enlevée sera calcinée au rouge ; quant à ce qui restera sur le

filtre, on en connaîtra la quantité, comme nous venons de le dire précédemment.

2024. Il arrive assez souvent que, dans le cours d'une analyse, l'on est obligé d'évaporer certaines dissolutions jusqu'à siccité. Tant qu'il y a beaucoup de liquide, l'évaporation se fait sans qu'on puisse rien perdre; mais lorsqu'il n'en reste presque plus et que la matière commence à s'épaissir, il serait possible, si la chaleur était trop forte, qu'il y en eût de projetée çà et là, hors la capsule même. On prévient cet inconvénient en remuant la matière avec une spatule et en diminuant un peu le feu.

2025. Si le corps était liquide au lieu d'être solide, les mêmes opérations seraient à faire, excepté la première, c'est-à-dire la réduction en poudre.

2026. Il s'en rencontre aussi quelques-unes de semblables dans l'analyse des gaz; mais il en est d'autres qui lui sont particulières. Comme on juge dans ce genre d'analyse du poids des corps par leur volume, leur pesanteur spécifique étant connue, il faut tenir compte sans cesse de la pression à laquelle ils sont soumis, de leur température, et même, lorsqu'ils sont en contact avec l'eau, de leur état hygrométrique : c'est ce que nous avons exposé avec soin (40, 110, 113). Il faut aussi, par la même raison, les mesurer avec une attention toute particulière. L'on peut se servir commodément pour cela d'un tube gradué contenant deux centilitres et demi et divisé en 250 parties, de sorte que chaque partie représente un centième de centilitre. L'on remplira d'abord le tube d'eau ou de mercure, en ayant soin qu'il ne reste aucune portion d'air attachée à ses parois; ensuite le tenant d'une main, l'extrémité ouverte plongée dans le liquide, l'on y fera passer le gaz par le moyen d'un petit entonnoir. A cet effet l'on soutiendra l'entonnoir avec la main qui tiendra le tube; l'on prendra de l'autre le vase qui renfermera le gaz, et dont l'ouverture

devra plonger dans le liquide comme celle du tube, et l'on engagera peu à peu l'ouverture de ce vase sous l'entonnoir, en inclinant doucement le vase même. Lorsque le tube contiendra la quantité de gaz convenable, l'on plongera une éprouvette à pied dans la cuve où l'opération se fera, et lorsque cette éprouvette sera pleine, l'on y recevra le tube et l'on enlèvera le tout. Enfin, saisissant le tube, non plus avec les doigts, mais avec une pince, pour ne pas l'échauffer, on attendra qu'il soit à la même température que l'atmosphère; après quoi, rendant les niveaux extérieur et intérieur égaux, c'est-à-dire, élevant ou abaissant le tube de manière que le liquide qu'il contient soit à la même hauteur que celui dans lequel il plonge, on lira sur la division du tube la quantité de gaz qu'il renfermera, et l'on notera tout de suite la pression et la température pour en tenir compte, si elles viennent à changer dans le cours de l'opération.

Observons cependant que, pour mesurer les gaz sur le mercure, il est plus commode d'enfoncer le tube dans un trou vertical placé à l'une des extrémités de la cuve, et de lire les divisions à travers une glace faisant partie de la paroi même de la cuve. (Voyez *Description de la cuve à mercure.*)

CHAPITRE II.

De l'Analyse des Gaz.

2027. Les gaz sont au nombre de vingt-six, à la température de o; savoir : l'oxigène, l'hydrogène, l'hydrogène proto-carboné, l'hydrogène per-carboné, l'hydrogène proto-phosphoré, l'hydrogène per-phosphoré, l'hydrogène arseniqué, l'hydrogène telluré, l'hydrogène potassié; l'oxide de carbone, l'azote carboné ou le cyanogène, le chlore, l'oxide de chlore, l'azote, le protoxide d'azote,

le deutoxide d'azote ; les acides carbonique, chloroxi-carbonique, sulfureux, fluo-borique, fluorique silicé, hydro-chlorique, hydriodique, hydro-sulfurique, hydro-sélénique ; l'ammoniaque.

Rappelons d'abord leurs propriétés les plus apparentes.

2028. Parmi les gaz, les uns sont colorés ; d'autres répandent des vapeurs blanches dans l'air ; d'autres sont susceptibles d'inflammation ; d'autres rallument les bougies qui présentent quelques points en ignition ; d'autres sont acides et rougissent la teinture de tournesol ; d'autres sont sans odeur ou n'en ont qu'une faible ; d'autres sont très-solubles dans l'eau ; d'autres le sont dans des dissolutions alcalines ; enfin il en est d'alcalins. Quelques-uns possèdent plusieurs de ces propriétés.

Gaz-colorés. — Chlore et oxide de chlore : tous deux sont d'un jaune verdâtre. A la vérité, il est certains gaz colorés en rouge ; mais cette teinte provient de ce qu'ils contiennent de la vapeur nitreuse.

Gaz produisant des vapeurs blanches dans l'air. — Acides hydro-chlorique, fluo-borique, fluorique silicé, hydriodique.

Gaz inflammables par le contact de l'air et des bougies allumées. — Hydrogène, hydrogène carboné, hydrogène proto-phosphoré, hydrogène per-phosphoré, hydrogène sulfuré ou gaz hydro-sulfurique, hydrogène sélénié ou gaz hydro-sélénique, hydrogène arseniqué, hydrogène telluré, hydrogène potassié, gaz oxide de carbone, azote carboné ou cyanogène.

Gaz rallumant les bougies qui présentent quelques points en ignition. — Oxigène, protoxide d'azote, oxide de chlore.

Gaz acides et rougissant la teinture de tournesol. — Acides sulfureux, fluo-borique, fluorique silicé ; gaz hydriodique, hydro chlorique, hydro-sulfurique, hydro-

sélénique, carbonique, chloroxi-carbonique; gaz hydrogène telluré, azote carboné ou cyanogène.

Gaz qui n'ont point d'odeur, ou qui n'en ont qu'une faible. — Oxigène, azote, hydrogène, hydrogène carboné, acide carbonique, protoxide d'azote. L'odeur de tous les autres est insupportable et souvent caractéristique.

Gaz très-solubles dans l'eau, c'est-à-dire, dont l'eau dissout plus de trente fois son volume à la pression et à la température ordinaires. — Acides fluo-borique, fluorique silicé, hydro-chlorique, hydriodique, sulfureux, gaz ammoniac.

Gaz solubles dans les dissolutions alcalines. — Acides sulfureux, hydro-chlorique, hydriodique, hydro-sulfurique, hydro-sélénique, fluo-borique, fluorique silicé, carbonique, chloroxi-carbonique, hydrogène telluré, chlore, oxide de chlore, azote carboné ou cyanogène, ammoniaque *(a)*.

Gaz alcalin. — Ammoniac.

SECTION PREMIÈRE.

Un gaz étant donné, comment en reconnaître la nature?

2029. Que l'on remplisse une éprouvette de ce gaz, et que l'on y plonge une bougie allumée; s'il s'enflamme, ce sera l'un des onze que nous allons indiquer, et dont quatre sont absorbables par une dissolution de potasse, et par cela même distincts des autres.

Du gaz hydrogène per-phosphoré. — S'il prend feu spontanément dans l'air et s'il donne lieu à un produit très-acide.

(a) Ce n'est que par l'eau que la dissolution agit sur l'ammoniaque.

Du gaz hydrogène potassié. — Si l'eau est capable de le décomposer et de le transformer subitement en gaz hydrogène et en alcali, épreuve facile à faire en recueillant le gaz sur le mercure, et faisant passer dans l'éprouvette une petite quantité d'eau qui deviendra alcaline (*a*).

Du gaz hydrogène arseniqué. — S'il a une odeur nauséabonde; s'il est insoluble dans l'eau; s'il forme sur les parois de l'éprouvette où on le brûle un dépôt d'un brun marron qui ne paraît être que de l'hydrure d'arsenic; et si, agité avec le quart de son volume d'une solution de chlore, il en résulte une liqueur dont l'hydrogène sulfuré précipite des flocons jaunes.

De l'hydrogène proto-phosphoré. — S'il a une forte odeur d'ail ou de phosphore; s'il ne s'enflamme point spontanément dans l'air sous la pression ordinaire; s'il s'y enflamme, au contraire, sous une faible pression; s'il forme, en brûlant, un produit rougissant fortement la teinture du tournesol; si, mêlé au gaz hydriodique, il s'y unit, et donne lieu à des lames blanches.

Du gaz hydrogène. — S'il n'a point d'odeur ou s'il n'en a qu'une faible, et s'il est capable d'absorber la moitié de son volume de gaz oxigène, propriété que l'on constate en introduisant 100 parties du gaz à analyser avec 100 de gaz oxigène dans l'eudiomètre, faisant passer une étincelle à travers le mélange, et jugeant par le résidu si l'absorption est de 150.

Du gaz oxide de carbone. — S'il n'a qu'une faible odeur, et s'il peut absorber la moitié de son volume de gaz oxigène et donner un volume de gaz carbonique égal au sien, propriété que l'on constate à-peu-près comme la précédente; savoir : en introduisant 100 parties de gaz

(*a*) Le gaz hydrogène surchargé de potassium est, comme le gaz hydrogène per-phosphoré, inflammable spontanément, d'après M. Sementini.

oxide de carbone avec 60 d'oxigène dans l'eudiomètre plein de mercure, excitant l'étincelle à travers le mélange, mesurant le résidu et le mettant en contact avec une dissolution de potasse pour déterminer la quantité d'acide carbonique et celle d'oxigène en excès.

Du gaz hydrogène per-carboné. — S'il n'a qu'une faible odeur ; si, mêlé sur l'eau avec environ une fois et demie son volume de chlore, il est absorbé en donnant lieu à quelques gouttes d'un liquide dont l'aspect est huileux (1er vol., p. 351); s'il a la propriété d'absorber trois fois son volume de gaz oxigène, et de produire deux volumes de gaz carbonique (171).

Du gaz hydrogène qui n'est point saturé de carbone. — S'il n'a qu'une faible odeur ; s'il ne forme point avec le chlore de gouttelettes de liquide dont l'aspect soit huileux ; si l'un des produits de sa combustion est de l'acide carbonique, et si la quantité d'oxigène qu'il absorbe correspond aux quantités d'hydrogène et de carbone qui doivent entrer dans sa composition (*Voyez* l'analyse d'un mélange d'hydrogène carboné et d'oxide de carbone (2044, 4°).

Du gaz hydrogène sulfuré, ou du gaz hydro-sulfurique. — S'il répand l'odeur d'œufs pourris ; s'il noircit les dissolutions de plomb ; s'il est absorbable par la potasse ; s'il laisse déposer du soufre en poudre jaune lorsqu'on le brûle dans une éprouvette, ou lorsqu'on le met en contact avec du chlore à la température ordinaire.

Du gaz hydrogène sélénié, ou du gaz hydro-sélénique. — S'il a une odeur analogue à celle du gaz hydrogène sulfuré ; s'il irrite fortement les yeux et la membrane pituitaire ; s'il est soluble dans l'eau, et absorbable par la potasse ; si, mis en contact avec de l'oxigène et un papier humide, il colore ce papier en rouge ; si la dissolution aqueuse exposée à l'air devient peu à peu rougeâtre à la surface ; si elle donne à la peau une teinte brune ; enfin, si

elle trouble presque toutes les dissolutions salines des quatre dernières sections, et si elle produit; savoir : des précipités couleur de chair dans les sels de zinc, de manganèse et de cérium, et des précipités noirs ou bruns dans les autres sels.

Probablement que le chlore, mêlé en quantité convenable avec l'hydrogène sélénié, y occasionerait un dépôt de sélénium rouge et pulvérulent.

Du gaz hydrogène telluré. — S'il a une odeur fétide qui se rapproche de celle du gaz hydrogène sulfuré; s'il est absorbable par la potasse; s'il est soluble dans l'eau; s'il forme avec elle une liqueur qui, exposée à l'air, laisse précipiter une poudre brune d'hydrure de tellure; si, agité avec excès d'une solution de chlore, il en résulte un hydro-chlorate précipitant en blanc par les carbonates alcalins, et en noir par les hydro-sulfures; enfin si le précipité blanc, mêlé avec du charbon et calciné dans une petite cornue de verre, se réduit et laisse sublimer un métal brillant et très-fusible.

De l'azote carboné ou *du cyanogène.* — S'il a une odeur extrêmement vive et pénétrante; s'il brûle avec une flamme d'un assez beau violet; si le produit de sa combustion trouble l'eau de chaux; s'il est absorbable par la potasse; et si, lorsqu'on verse ensuite dans la liqueur, d'abord un acide, puis un mélange de proto-sulfate et de trito-sulfate de fer, il se forme tout-à-coup un précipité de bleu de Prusse.

2030. Supposons maintenant que le gaz ne soit point inflammable, et qu'il soit absorbable par une dissolution alcaline (*a*), ce sera l'un des dix gaz suivans : hydro-chlorique, hydriodique, fluo-borique, fluorique silicé, sulfureux, carbonique, chloroxi-carbonique, chlore, oxide de chlore, ammoniac.

Les *acides hydro-chlorique, hydriodique, fluo-borique*

(*a*) Je suppose la dissolution alcaline concentrée.

et *fluorique silicé*, étant les seuls gaz qui produisent des vapeurs blanches avec l'air, en raison de leur grande affinité pour l'eau, sont par cela même distincts de tous les autres : ils sont faciles à reconnaître d'ailleurs :

Le *gaz fluorique silicé*, parce que l'eau en sépare des flocons blancs de fluate de silice ;

Le *gaz hydriodique*, parce que le chlore en précipite de l'iode et le rend violet ;

Le *gaz hydro-chlorique*, parce qu'il forme dans la dissolution de nitrate d'argent un précipité blanc insoluble dans les acides et très-soluble dans l'ammoniaque, et que, uni à l'eau et mis en contact avec le peroxide de manganèse, il donne lieu à un dégagement de chlore ;

Enfin, le *gaz fluo-borique*, parce qu'il répand dans l'air des vapeurs plus épaisses que les autres, et qu'il noircit sur-le-champ le papier qu'on plonge dans le vase qui le renferme.

Quant aux autres *gaz*, on les reconnaît également bien :

Le *chlore*, parce qu'il est d'un jaune verdâtre, propriété qui ne lui est commune qu'avec l'oxide de chlore ; parce qu'il n'éprouve aucune altération à une chaleur quelconque, qu'il détruit les couleurs, et qu'il attaque tout-à-coup le mercure à la température ordinaire ;

L'*oxide de chlore*, parce qu'il est d'un jaune plus verdâtre que le précédent, qu'il n'exerce aucune action sur le mercure à la température ordinaire, et qu'en approchant un fer rouge ou des charbons incandescens de l'éprouvette qui le contient, il se décompose, donne lieu à une forte secousse, et se transforme en oxigène et en chlore ;

Le *gaz sulfureux*, par son odeur, qui est la même que celle du soufre qui brûle ;

Le *gaz ammoniac*, par son odeur, qui est vive et toute particulière, qu'il ramène au bleu le tournesol rougi par les acides, qu'il sature ceux-ci et qu'il forme d'épaisses vapeurs avec ceux qui sont gazeux ;

L'*acide chloroxi-carbonique*, parce qu'une très-petite quantité d'eau suffit pour le convertir tout-à-coup en acide hydro-chlorique qui reste en dissolution, et en acide carbonique qui conserve l'état gazeux; que, traité à chaud par le zinc, l'antimoine, il en résulte des chlorures et du gaz oxide de carbone; que, traité de la même manière par les oxides de ces métaux, il donne lieu à des chlorures et à du gaz carbonique; et que, dans tous les cas, la quantité de gaz oxide de carbone et de gaz carbonique dégagée est aussi grande que celle de gaz chloroxi-carbonique sur laquelle on opère;

L'*acide carbonique*, parce qu'il est sans odeur, et que tous les autres gaz absorbables par les alcalis en ont une très-forte; qu'il rougit à peine la teinture de tournesol, même très-affaiblie; qu'il trouble l'eau de chaux et donne lieu à un précipité soluble dans le vinaigre avec effervescence.

2031. Supposons enfin que le gaz ne soit ni inflammable, ni capable d'être absorbé par une dissolution de potasse, ce sera de l'oxigène, ou de l'azote, ou du protoxide d'azote, ou du deutoxide d'azote.

L'*oxigène* ne peut être confondu qu'avec le protoxide d'azote; la propriété qu'ils ont de rallumer les allumettes qui présentent quelques points en ignition, les distingue des deux autres; ils sont caractérisés d'ailleurs :

L'*oxigène*, parce qu'il est sans saveur et qu'il peut absorber deux fois son volume de gaz hydrogène (87 *bis.*)

Et le *protoxide d'azote*, parce qu'il a une saveur sucrée, qu'il est soluble dans un peu moins de la moitié de son volume d'eau à la température et à la pression ordinaires, et qu'en le faisant détonner dans l'eudiomètre à mercure avec son volume d'hydrogène, on obtient un résidu qui contient beaucoup d'azote (304).

Les deux autres se distinguent :

Le *deutoxide d'azote*, parce qu'il est incolore, et qu'aussitôt qu'il est en contact avec l'air ou l'oxigène, il devient rouge et passe à l'état d'acide nitreux;

L'*azote*, parce qu'il est sans odeur, sans couleur, sans saveur; qu'il éteint les corps en combustion, qu'il n'éprouve aucune altération de la part de l'air, qu'il ne trouble point l'eau de chaux.

SECTION II.

Un mélange de Gaz étant donné, déterminer ceux qui en font partie.

2032. Il est un certain nombre de gaz qui agissent les uns sur les autres de manière à s'unir ou à se décomposer. La première recherche à faire pour arriver à la solution de ce problême est donc de déterminer ceux qui sont dans ce cas (*a*). L'expérience prouve que les gaz suivans ne peuvent exister ensemble à la température ordinaire, savoir:

1°. L'oxigène avec l'hydrogène per-phosphoré, le deutoxide d'azote, l'hydrogène sélénié, du moins par l'intermède de l'eau, et de plus, lorsque la pression est faible, avec l'hydrogène proto-phosphoré;

2°. L'hydrogène per-carboné avec le chlore;

3°. L'hydrogène, l'hydrogène carboné en général, l'oxide de carbone, avec le chlore sous l'influence solaire; et probablement avec l'oxide de chlore dans toutes les circonstances possibles;

4°. L'hydrogène arseniqué avec le chlore, l'oxide de chlore, et l'acide sulfureux (*b*).

(*a*) Il ne sera pas question de l'hydrogène potassié, dont l'existence n'est que momentanée.

(*b*) L'action du gaz sulfureux est très-lente lorsque les gaz sont secs.

5°. L'hydrogène telluré avec le chlore, l'oxide de chlore, l'ammoniaque, et probablement l'acide sulfureux (*a*).

6°. L'hydrogène sulfuré ou le gaz hydro-sulfurique, avec le chlore, l'oxide de chlore, l'ammoniaque et l'acide sulfureux (*a*).

7°. L'hydrogène sélénié ou le gaz hydro-sélénique avec le chlore, l'oxide de chlore, l'ammoniaque, l'oxigène par l'intermède de l'eau, et probablement l'acide sulfureux (*a*).

8°. L'hydrogène proto-phosphoré avec le chlore, l'oxide de chlore, l'acide hydriodique (*b*), avec l'oxigène sous une faible pression, et avec l'acide sulfureux (*a*).

9°. L'hydrogène per-phosphoré avec l'oxigène, le chlore, l'oxide de chlore, l'acide hydriodique (*b*), et l'acide sulfureux (*a*).

10°. Le protoxide d'azote peut-être avec l'oxide de chlore;

11°. Le deutoxide d'azote avec l'oxigène, l'oxide de chlore, et avec le chlore lorsqu'il a le contact de l'eau;

12°. Le chlore avec les gaz hydrogène, hydrogène carboné, oxide de carbone, sous l'influence solaire; avec l'hydrogène per-carboné, l'hydrogène sulfuré, l'hydrogène sélénié, l'hydrogène arseniqué, l'hydrogène telluré, l'acide hydriodique, l'ammoniaque, dans toutes les circonstances; enfin avec le deutoxide d'azote, le gaz sulfureux, lorsque ces gaz ont le contact de l'eau;

13°. L'oxide de chlore avec l'hydrogène, l'hydrogène carboné, l'hydrogène phosphoré, l'hydrogène sulfuré, l'hydrogène sélénié, l'hydrogène arseniqué, l'hydrogène telluré, l'oxide de carbone, le protoxide d'azote, l'acide hydro-chlorique, l'acide hydriodique, l'ammoniaque, l'a-

---

(*a*) L'action du gaz sulfureux est très-lente lorsque les gaz sont secs.

(*b*) L'hydrogène proto-phosphoré s'unit tout-à-coup avec l'acide hydriodique et forme un composé cristallin.

Il en est de même de l'hydrogène per-phosphoré.

cide sulfureux contenant de la vapeur d'eau, et peut-être avec le protoxide d'azote, et le cyanogène ou azote carboné.

14°. Le cyanogène ou l'azote carboné, peut-être avec l'oxide de chlore.

15°. L'acide sulfureux avec l'hydrogène sulfuré, l'hydrogène phosphoré, l'hydrogène arseniqué, l'acide hydriodique, l'ammoniaque, probablement l'hydrogène sélénié; et, de plus, avec le chlore, l'oxide de chlore, lorsque ces gaz ont le contact de l'eau;

16°. L'acide hydro-chlorique avec l'oxide de chlore, l'ammoniaque;

17°. L'acide fluo-borique, l'acide fluorique silicé, l'acide carbonique et l'acide chloroxi-carbonique, avec l'ammoniaque;

18°. L'acide hydriodique avec le chlore, l'oxide de chlore, l'acide sulfureux, l'ammoniaque, le gaz hydrogène phosphoré.

19°. L'ammoniaque avec le chlore, l'oxide de chlore, l'hydrogène telluré, et tous les gaz acides.

2033. Maintenant, reprenons le problême qu'il s'agit de résoudre.

La première opération à faire sera d'éprouver le mélange par une dissolution de potasse caustique : à cet effet, l'on fera passer 100 à 200 parties de ce mélange dans un tube gradué et plein de mercure, puis l'on y introduira un peu de dissolution de potasse caustique et l'on agitera le tout. S'il n'en résulte aucune absorption, l'on conclura que le mélange ne contient que des gaz appartenant à la série suivante :

Oxigène,	Oxide de carbone,
Hydrogène,	Azote,
Hydrogène carboné,	Protoxide d'azote,
Hydrogène phosphoré,	Deutoxide d'azote.
Hydrogène arseniqué.	

Si l'absorption est totale, au contraire, le mélange ne pourra être formé que des gaz :

Carbonique,
Sulfureux,
Hydro-chlorique,
Chlore,
Oxide de chlore,
Fluo-borique.
Hydriodique,
Fluorique silicé,
Chloroxi-carbonique,
Hydrogène sulfuré,
Hydrogène sélénié,
Hydrogène telluré,
Cyanogène,
Ammoniac.

Enfin, si l'absorption est partielle, ce sera une preuve que le mélange sera composé de gaz appartenant à la première et à la seconde série : nous supposerons ce cas, qui est le plus compliqué et qui comprend les deux autres.

2034. Après avoir absorbé les gaz de la deuxième série par la potasse, et s'être procuré ainsi un résidu de gaz appartenant à la première, et assez grand pour remplir plusieurs petits flacons (*a*), on le soumettra successivement aux épreuves que nous allons indiquer.

2035. On saura, par le deutoxide d'azote, s'il contient du gaz oxigène; et par le gaz oxigène, s'il contient du deutoxide d'azote. Dans les deux cas, il prendra une teinte d'un jaune rougeâtre et deviendra acide. L'expérience se fera commodément dans une petite éprouvette pleine de mercure et contenant du papier bleu humecté.

2036. La dissolution de nitrate d'argent est très-propre

(*a*) Cette opération se fait, comme il est facile de l'imaginer, en renversant les flacons qui contiennent le mélange, plongeant leurs cols dans le mercure, les débouchant, y faisant entrer un peu d'eau et des fragmens de potasse, les agitant et y introduisant de nouveau gaz à mesure que l'absorption a lieu; et, lorsqu'elle n'est plus sensible, faisant passer le résidu dans de petits flacons pleins d'eau.

à déceler la présence des gaz hydrogène phosphoré et arseniqué ; elle devient noire tout à coup, pour peu que le mélange renferme de l'un d'eux, tandis qu'elle n'est altérée par aucun des autres. Mais cette épreuve, laissant ces deux gaz confondus ensemble, doit être suivie de celles que nous allons indiquer.

Il suffit, pour découvrir le gaz hydrogène arseniqué, lorsqu'il entre pour une assez grande quantité ou seulement même quelques centièmes dans le mélange, de faire passer une partie de celui-ci dans une éprouvette pleine d'eau, et d'y introduire du chlore peu à peu : les parois de l'éprouvette se couvrent promptement d'hydrure, qui est d'un brun marron. Mais, lorsque le mélange ne contient qu'une quantité moindre de cette sorte de substance gazeuse, ce qu'il y a de mieux à faire est de le chauffer avec du potassium dans une petite cloche courbe sur le mercure : il en résulte un arseniure qui, mis en contact avec l'eau, donne, d'une part, du gaz hydrogène arseniqué, que l'on reconnaît comme il vient d'être dit, et, de l'autre, des flocons brun-marron d'hydrure d'arsenic. Les produits sont très-sensibles en employant seulement 3 centigrammes de métal et un excès de mélange : celui-ci est d'abord reçu dans la cloche pleine de mercure ; on porte ensuite le potassium à l'extrémité d'une tige dans la partie courbe de la cloche, puis on la chauffe avec la lampe à esprit-de-vin ; on renouvelle le gaz, s'il en est besoin, pour détruire le potassium et le transformer en une masse terne et brune ; alors on fait sortir de nouveau le résidu gazeux de la cloche, et l'on y fait passer de l'eau.

Il en est, jusqu'à un certain point, du gaz hydrogène phosphoré comme du gaz hydrogène arseniqué ; lorsqu'il prédomine dans le mélange ou qu'il en fait même la neuvième ou la dixième partie, on le distingue facilement : son odeur, sa manière de brûler, et la propriété qu'il a

de former en brûlant un produit très-acide et fixe, suffisent pour cela. Mais lorsque le mélange n'en contient que fort peu, il faut employer le potassium et faire l'expérience comme la précédente : il se forme alors un phosphure d'où, par l'eau, l'on dégage de l'hydrogène phosphoré, qui ne peut être mêlé tout au plus qu'à de l'hydrogène arseniqué. Or, celui-ci, dans son inflammation, ne donnant pas lieu à un produit acide, il sera toujours possible de reconnaître l'autre. Au reste, l'on pourra faire usage de gaz hydriodique qui, pourvu qu'il soit sec, ainsi que les autres gaz, s'emparera de l'hydrogène phosphoré, et produira un composé qui se déposera en lames blanches et cristallines.

2037. Rien de plus facile que de savoir, par le chlore, si l'hydrogène per-carboné fait partie du mélange. Que l'on remplisse une éprouvette de mercure; que l'on y fasse passer successivement un peu d'eau, beaucoup de gaz et un petit excès de chlore; que l'on absorbe l'excès de chlore, au bout de quelques minutes, par un fragment de potasse caustique, et qu'alors, après avoir agité et renversé l'éprouvette, on respire le gaz qui s'y trouve : pour peu que le mélange contienne d'hydrogène per-carboné, on sentira une odeur éthérée propre à l'hydro-per-carbure de chlore. Observons seulement que si le mélange renfermait beaucoup d'hydrogène phosphoré ou arseniqué, il conviendrait de le mêler avec une certaine quantité d'acide carbonique, afin de prévenir l'inflammation qu'occasionerait le chlore, et la décomposition que pourrait éprouver l'hydrogène per-carboné en raison de la haute température.

2038. Pour reconnaître la présence du protoxide d'azote, il est nécessaire de commencer par séparer l'oxigène au moyen d'un excès de deutoxide d'azote ou de la combustion lente du phosphore, après quoi le mélange doit être traité par le chlore, comme il vient d'être dit. De cette manière on fait disparaître le deutoxide d'azote, et l'hydrogène

phosphoré, et l'hydrogène arseniqué, et l'hydrogène per-carboné. Rien ne s'oppose évidemment à ce que ces deux traitemens ne soient faits sous l'eau dans un flacon. Lorsqu'on se sera procuré un assez grand résidu, il faudra l'agiter, pendant dix à douze minutes, avec le quart de son volume d'alcool rectifié, remplir une grande fiole de cet alcool, y adapter un tube renversé plein d'alcool lui-même, placer la fiole sur le feu, et engager le tube sous une éprouvette pleine de mercure. Le protoxide d'azote, s'il fait partie du gaz, se dissoudra à la température ordinaire, et reprendra l'état gazeux à une température élevée : il sera facile de le distinguer par la propriété qu'il a de rallumer les bougies qui présentent quelques points en ignition. Le protoxide ainsi extrait sera sensiblement pur; il ne contiendra ni hydrogène proto-carboné, ni oxide de carbone, ni hydrogène, ni azote, sur lesquels l'alcool n'exerce point d'action dissolvante ; ce ne serait qu'autant que tous les autres gaz n'auraient point été complètement détruits ou absorbés, qu'ils pourraient être altérés ; car, de même que l'alcool dissout le protoxide d'azote, de même il dissout aussi l'hydrogène per-carboné, l'hydrogène phosphoré, l'hydrogène arseniqué et le deutoxide d'azote.

2039. La recherche de l'azote exige plus d'opérations, surtout lorsque le gaz contient du deutoxide et du protoxide d'azote, de l'hydrogène, de l'hydrogène carboné, etc. Il faut d'abord liquéfier ou détruire l'hydrogène per-carboné, l'hydrogène phosphoré, l'hydrogène arseniqué et le deutoxide d'azote, par un excès de chlore; absorber cet excès par une dissolution d'alcali fixe; absorber ensuite tout le protoxide d'azote en agitant le résidu dans de l'esprit-de-vin rectifié, puis faire détonner le nouveau résidu avec un excès de gaz oxigène pur dans l'eudiomètre à mercure; traiter le troisième résidu par la potasse et un peu d'eau, afin de liquéfier l'acide carbonique

qui aurait pu se former ; et enfin laver le quatrième résidu et le mettre en contact avec le phosphore, à l'aide de la chaleur, dans une petite cloche courbe (121). Si l'on obtient un cinquième résidu, il devra n'être formé que d'azote, et l'on sera certain que le gaz en contiendra réellement, à moins que ce dernier résidu n'équivale seulement à quelques centièmes du volume gazeux soumis à l'expérience ; car alors l'azote pourrait provenir de l'air adhérent aux parois des vases que l'on emploie. Il serait possible aussi qu'après le traitement par le chlore et l'alcool, la détonnation ne pût avoir lieu ou que la combustion fût incomplète : c'est ce qui arriverait nécessairement si le gaz ne contenait point de gaz inflammable, c'est-à-dire, de gaz hydrogène, de gaz hydrogène carboné, de gaz oxide de carbone, ou s'il en contenait trop peu ; mais l'on sera toujours certain de faire disparaître tous ces inconvéniens par l'addition de 25 à 30 centièmes de gaz hydrogène.

2040. L'expérience que nous venons de rapporter peut servir en même temps à démontrer l'existence de l'hydrogène proto-carboné ou de l'oxide de carbone. En effet, si, après avoir fait détonner le mélange, l'on obtient un résidu gazeux en partie absorbable par la potasse et troublant l'eau de chaux, ce résidu contiendra de l'acide carbonique, et cet acide ne pourra provenir que de la combustion de ces gaz.

Mais comment savoir s'il provient de tous deux ou de l'un d'eux ? Pour cela, il faut absorber l'oxigène, le deutoxide d'azote, le protoxide d'azote, l'hydrogène per-carboné, l'hydrogène phosphoré, l'hydrogène arseniqué ; savoir : les deux derniers par une dissolution de nitrate d'argent, et les quatre autres par les procédés qui ont été exposés précédemment.

Supposons, par exemple, qu'après avoir privé le mélange

gazeux de ces différens fluides, on en fasse détonner 100 parties en poids avec un excès d'oxigène dans l'eudiomètre à mercure; que le résidu ne soit composé que d'acide carbonique et de l'excès d'oxigène; que la quantité de carbone contenu dans cet acide soit de 64,5, et que l'absorption de l'oxigène soit de 186,8, voici le raisonnement qu'on fera :

Puisque le mélange ne contient ni hydrogène phosphoré, ni hydrogène arseniqué, ni oxigène, ni protoxide d'azote, ni deutoxide d'azote, ni azote (*a*), ni gaz absorbables par les alcalis, il ne peut renfermer tout au plus que des gaz capables, en brûlant, de former de l'acide carbonique et de l'eau, c'est-à-dire, de l'oxide de carbone, de l'hydrogène carboné et de l'hydrogène. Or, la quantité d'acide carbonique produite représente 64,5 de carbone : donc il entre dans la composition des 100 parties de gaz pondérables 35,5, tant en hydrogène qu'en oxigène; mais le mélange exige 186,80 d'oxigène pour sa combustion complète, et le carbone seulement 168,51 pour son acidification; par conséquent, il en reste 18,29 qui opèrent la transformation des 35,5 en eau, ce qui donne lieu à 53,79 de ce liquide. Des 35,5, que l'on retranche maintenant 5,97 d'hydrogène qui font partie des 53,79 d'eau, l'on trouvera que les 100 parties pondérables devront contenir 29,53 d'oxigène; et comme ces 29,53 prennent 22,61 de carbone pour passer à l'état d'oxide de carbone, l'on sera conduit à ce résultat; savoir : que les 100 parties de gaz sont composées de 52,14 de gaz oxide de carbone, et de 47,86 d'hydrogène carboné.

(*a*) Nous admettons ici que le mélange ne contient pas d'azote; s'il en contenait, cet azote resterait, à la vérité, mêlé au gaz carbonique et au gaz oxigène; mais on en déterminerait facilement la proportion, en absorbant l'acide carbonique par la potasse, et procédant à l'analyse du résidu comme à celle de l'air : il serait donc facile d'en tenir compte sur les 100 parties soumises à l'analyse.

Il est évident que le mélange ne contiendrait, 1°. que du carbone et de l'hydrogène si la quantité d'hydrogène trouvée était de 35,5 au lieu de 5,97 ; 2°. que de l'oxide de carbone, si cet oxide était représenté par l'acide carbonique produit, moins l'oxigène absorbé ; 3°. que de l'oxide de carbone et de l'hydrogène, si la quantité d'oxigène du mélange était à la quantité de carbone comme 56,638 à 43,362 (298), et si la quantité d'oxigène absorbée était plus grande que celle qui serait nécessaire pour convertir le gaz oxide en gaz acide.

Enfin l'on déterminerait aussi par la même méthode, en admettant des proportions fixes pour la composition de l'hydrogène proto-carboné, les cas dans lesquels ce mélange contiendrait de l'hydrogène et de l'hydrogène proto-carboné ; ou de l'hydrogène, de l'hydrogène proto-carboné et de l'oxide de carbone. En effet, la quantité d'oxigène donnerait la quantité d'oxide de carbone ; celle de carbone qui n'appartiendrait pas à celui-ci, donnerait la quantité d'hydrogène proto-carboné ; l'hydrogène serait représenté par le reste.

Toutefois il ne faut point perdre de vue que la détermination de la quantité d'hydrogène libre que pourrait contenir le mélange suppose qu'on soit parvenu à séparer complètement de celui-ci l'oxigène, le deutoxide d'azote, le protoxide d'azote, l'hydrogène per-carboné, l'hydrogène arseniqué et l'hydrogène phosphoré. La séparation des cinq premiers est toujours possible par les moyens indiqués ; mais il n'en est pas toujours de même de celle du dernier ; elle ne s'effectue complètement qu'autant qu'il est per-phosphoré : du moins, celui qu'on extrait de l'acide phosphatique laisse un résidu d'hydrogène dans son contact avec la dissolution de nitrate d'argent.

2041. Les gaz de la première série étant reconnus, on s'occupera de reconnaître ceux de la seconde, c'est-à-dire,

ceux qui peuvent être absorbés par les alcalis. On les distinguera par les propriétés que le mélange présentera et que nous allons exposer :

Lorsque le mélange contiendra :

1°. De l'*ammoniaque*, son odeur sera vive, piquante; il verdira fortement le sirop de violettes, le papier de curcuma, et formera d'épais nuages avec les gaz acides;

2°. Du *gaz hydriodique*, il deviendra violet par l'addition du chlore, et laissera déposer de l'iode; que si la présence de quelques gaz décomposables par le chlore, tels que l'hydrogène sulfuré, l'hydrogène telluré, rendait le caractère incertain, il faudrait mettre le mélange en contact avec le borax humecté; ces gaz ne seraient point absorbés; l'acide hydriodique le serait, au contraire, et dès-lors en dissolvant le sel et versant peu à peu du chlore dans la dissolution, l'iode se précipiterait tout-à-coup à l'état de pureté.

3°. Du *gaz fluorique silicé*, il laissera déposer des flocons gélatineux de fluate de silice dans son contact avec l'eau;

4°. Du *chlore*, il aura ou pourra avoir une couleur d'un jaune verdâtre (*a*); il fera passer au jaune la teinture de tournesol; il attaquera le mercure à la température ordinaire, et donnera lieu à une poudre noire ou grise de chlorure de mercure. En traitant ce chlorure par une dissolution alcaline, il en résultera une liqueur qui, sursaturée d'acide nitrique, formera, avec le nitrate d'argent, un précipité insoluble dans ce dernier acide et très-soluble dans l'ammoniaque;

5°. De l'*oxide de chlore*, il aura ou pourra avoir, comme nous venons de le dire, une couleur d'un jaune verdâtre; et si, après l'avoir mis en contact avec le mercure

(*a*) Je me sers de cette expression pour indiquer que le mélange ne sera d'un jaune verdâtre qu'autant qu'il contiendra une quantité suffisante de chlore.

pour absorber le chlore avec lequel il serait possible qu'il fût mêlé, on y ajoute du gaz hydro-chlorique, il se reformera de l'eau, et il y aura du chlore mis en liberté qu'on reconnaîtra de même que dans l'article précédent;

6°. De l'*acide sulfureux*, il aura ou pourra avoir une odeur de soufre qui brûle ; et mis en contact avec le borax en fragmens, il formera un composé qui, calciné jusqu'au rouge avec le charbon, acquerra une saveur d'œufs pourris;

7°. De l'*acide fluo-borique*, il noircira promptement les petites bandes de papier que l'on y plongera, et produira des vapeurs blanches dans son contact avec l'air. A la vérité, ce dernier phénomène peut être aussi produit par les acides hydro-chlorique, hydriodique, et fluorique silicé.

2041 *bis*. Enfin le mélange contiendra :

Du *gaz hydro-chlorique*, s'il communique à des fragmens de borax la propriété de former avec la dissolution d'argent un précipité blanc, soluble dans l'ammoniaque, et insoluble dans l'acide nitrique (*a*).

Du *gaz chloroxi-carbonique*, si, mêlé avec le gaz hydro-chlorique, et mis en contact avec le mercure et le borax, il donne lieu à un résidu au moins en partie soluble dans l'alcool; et si, lorsqu'on étend d'eau chaude la dissolution alcoolique, elle laisse dégager du gaz carbonique, et acquiert la propriété de précipiter en blanc par le nitrate d'argent (*b*). Observons de plus que le résidu, chauffé

(*a*) En effet, le gaz hydro-chlorique est le seul que le borax puisse absorber, et qui ait la propriété de former dans le nitrate d'argent un précipité blanc soluble dans l'ammoniaque et insoluble dans l'acide nitrique. Ce sel n'a d'action ni sur le chlore, ni sur l'oxide de chlore, ni sur le gaz chloroxi-carbonique. A la vérité, il est capable d'absorber le gaz hydriodique et de troubler alors la dissolution d'argent; mais le précipité est insoluble dans l'ammoniaque. D'ailleurs le gaz hydriodique pourra d'abord être décomposé, en agitant le mélange gazeux avec le mercure, qui s'emparera de l'iode et mettra l'hydrogène en liberté.

(*b*) Le gaz hydro-chlorique que l'on ajoute a pour objet de transformer en eau et en chlore l'oxide de chlore que le mélange pourrait contenir; le

avec l'arsenic dans une petite cloche courbe, sur le mercure, devra donner, dans la supposition où le mélange contiendrait de l'acide chloroxi-carbonique, plus ou moins d'oxide de carbone qu'on séparera des autres gaz par la potasse. Il est vrai que l'oxide de carbone pourrait être mêlé à de l'hydrogène provenant de la décomposition de l'hydrogène sulfuré, ou de l'hydrogène telluré, ou de l'hydrogène sélénié par l'arsenic; mais on y reconnaîtrait toujours très-facilement la présence du carbone, en faisant détonner une portion du gaz avec l'oxigène dans l'eudiomètre à mercure. Ce carbone indiquerait l'existence de l'oxide de carbone, et celui-ci l'existence de l'acide chloroxi-carbonique.

Du *gaz carbonique*, si, traité par le gaz hydro-chlorique, le mercure et le borax, comme nous venons de le dire, et si, chauffé ensuite dans une cloche courbe avec l'arsenic jusqu'à ce que tout l'acide chloroxi-carbonique qu'il pourrait contenir soit décomposé, il a la propriété de former, avec l'eau de chaux, un précipité qui fasse effervescence avec le vinaigre ou l'acide hydro-chlorique faible (*a*).

Du *gaz hydrogène sulfuré*, si, après l'avoir mis en contact avec le borax, pour absorber les gaz acides puis-

---

mercure, d'absorber tout le chlore; le borax, d'absorber le gaz hydro-chlorique et les acides puissans; l'alcool, d'absorber le gaz chloroxi-carbonique.

(*a*) *Voyez*, dans la note précédente, pourquoi l'on traite d'abord le mélange par le gaz hydro-chlorique, le mercure, le borax, l'arsenic. Le traitement est si compliqué, parce que l'on suppose que le gaz carbonique est mêlé avec un grand nombre d'autres, et surtout avec le gaz chloroxi-carbonique, qui, par sa décomposition, peut produire de l'acide carbonique. Sans cela, l'on pourrait se contenter de traiter le mélange gazeux par l'ammoniaque liquide, de verser de l'eau de chaux ou de l'hydro-chlorate de chaux dans la liqueur; et s'il se faisait un précipité, de l'éprouver par le vinaigre ou l'acide hydro-chlorique faible.

sans, il a une odeur d'œufs pourris ; s'il précipite en noir la dissolution d'acétate de plomb ; s'il produit un dépôt d'un brun foncé dans celle de nitrate de cuivre, et si ce dépôt, chauffé avec l'acide nitrique, donne une liqueur dans laquelle le nitrate de baryte forme un précipité blanc insoluble dans un grand excès d'acide nitrique ou hydro-chlorique (*a*).

Du *gaz hydrogène sélénié*, si, privé par le borax des acides puissans qui pourraient s'y trouver, il a d'abord une odeur d'œufs pourris comme l'hydrogène sulfuré ; s'il produit ensuite une sensation tout à la fois piquante, astringente et douloureuse, qui affecte fortement et l'odorat et les yeux ; s'il trouble presque toutes les dissolutions salines des quatre dernières sections ; si les précipités, formés dans celles de zinc, de manganèse et de cérium, sont *couleur de chair* ; et surtout, enfin, si celui qui provient du proto-sulfate de fer est brun et de nature à donner, à l'aide de la chaleur, du gaz hydrogène sélénié pur, avec l'acide hydro-chlorique liquide (*a*).

Du *gaz hydrogène telluré*, si, privé tout à la fois des acides puissans par le borax, et des hydrogènes sulfuré et sélénié par une dissolution de sulfate de cuivre, il en résulte un résidu dont l'odeur soit analogue à celle de l'hydrogène sulfuré ; si ce résidu se dissout en tout ou partie dans l'eau, et si sa dissolution, exposée au contact de l'air, se colore en pourpre, et laisse déposer peu à peu de l'hydrure de tellure (*a*) (*b*).

(*a*) Les gaz hydrogène sulfuré, sélénié, telluré, ne pouvant exister ni avec le chlore, ni avec l'oxide de chlore, il est inutile de traiter le mélange par le gaz hydro-chlorique et le mercure. (*Voyez* la note *b* de la page précédente.)

(*b*) Nous supposons ici que l'hydrogène telluré est sans action sur le sulfate de cuivre ; mais nous devons dire qu'en raison du peu de tellure qui a été à notre disposition, nous n'avons point confirmé cette assertion par

Du *cyanogène* ou de l'*azote carboné*, si, après avoir enlevé, par l'oxide de mercure, la vapeur hydro-cyanique que l'on pourrait y supposer, et détruit par un petit excès de chlore l'hydrogène sulfuré, l'hydrogène sélénié et l'hydrogène telluré, il donne à une dissolution de potasse ou de soude la propriété de précipiter en bleu lorsqu'on ajoute ensuite à cette dissolution de l'acide sulfurique et du sulfate de fer. (3e vol., pag. 588.)

2042. J'ajouterai encore qu'il serait possible que le mélange contînt des vapeurs, et qu'il contiendra en effet :

De la *vapeur aqueuse*, lorsque, ne renfermant point d'ammoniaque, il produira des fumées blanches avec le gaz fluo-borique, et que le chlorure de calcium pourra s'y humecter.

De la *vapeur nitreuse*, lorsqu'il aura une couleur rougeâtre, ou que, mis en contact avec une dissolution alcaline, l'on obtiendra, par l'évaporation de celle-ci, un résidu qui, avec l'acide sulfurique, laissera dégager des vapeurs rutilantes.

Cette vapeur ne saurait exister avec l'hydrogène sulfuré, l'ammoniaque, l'acide sulfureux contenant un peu d'eau, peut être l'acide hydriodique, et sans doute avec l'hydrogène per-phosphoré, l'hydrogène arseniqué et l'hydrogène telluré.

De la *vapeur alcoolique*, lorsqu'agité avec une dissolution de potasse ou de soude, l'on retirera, par la distillation, un produit spiritueux.

De la *vapeur éthérée*, lorsqu'il aura une odeur prononcée d'éther, ou que, le traitant de même que pour reconnaître la vapeur alcoolique, il se vaporisera d'abord un

---

expérience. Au reste si ce sulfate était précipité par l'hydrogène telluré, on trouverait facilement sans doute un autre sel qui ne le serait pas, et qui décomposerait les gaz hydrogènes sulfuré et sélénié.

produit qui aura cette odeur d'une manière bien marquée : que s'il y avait tout à la fois dans le mélange de la vapeur alcoolique et de la vapeur éthérée, il suffirait de fractionner les produits pour obtenir à part l'éther et l'alcool.

De la *vapeur hydro-cyanique*, lorsque, de son action sur le deutoxide de mercure, résulte du cyanure mercuriel, toujours facile à distinguer par la propriété qu'a ce cyanure de se dissoudre dans l'eau, et de former avec l'hydrogène sulfuré du sulfure de mercure noir qui se précipite, et de l'acide hydro-cyanique dont les caractères sont des plus prononcés.

Nous pourrions parler de l'existence possible de beaucoup d'autres vapeurs dans les gaz ; mais ce sujet nous entraînerait trop loin : nous nous contenterons de dire que toutes les fois qu'un gaz quelconque sera saturé de vapeur, il sera toujours facile de connaître la quantité de cette vapeur par une méthode analogue à celle que nous avons employée pour déterminer la quantité de vapeur aqueuse que peut contenir l'air. (1er vol., p. 232.)

ARTICLE PREMIER.

2042 *bis. Analyse d'un mélange de deux gaz compris :*

L'un, dans la série : oxigène, hydrogène, hydrogène carboné, hydrogène phosphoré, hydrogène arseniqué ; oxide de carbone, azote, deutoxide et protoxide d'azote ;

Et l'autre, dans la série : acides sulfureux, hydro-chlorique, hydriodique, hydro-sulfurique, hydro-sélénique, fluo-borique, fluorique silicé, carbonique, chloroxi-carbonique ; chlore, oxide de chlore, hydrogène telluré, cyanogène, ammoniac.

2043. Tous les gaz de la première série étant insolubles dans les dissolutions de potasse et de soude, et tous ceux de la seconde y étant au contraire solubles, il sera toujours

facile de faire l'analyse d'un mélange semblable : ce sera d'en faire passer une certaine quantité, par exemple, 100 ou 200 parties dans un tube gradué plein de mercure, d'y introduire ensuite quelques parties de dissolution alcaline assez concentrée, et d'agiter le tube jusqu'à ce que l'absorption ne soit plus sensible : alors, en mesurant le résidu, on aura la quantité de gaz appartenant à la première série, et en la retranchant de la totalité du mélange, on aura la quantité de l'autre (*a*).

2044. *Analyse d'un mélange de deux gaz compris dans la première série* (2042 *bis*), *savoir :*

1°. *De gaz oxigène et de gaz azote.*

Cette analyse se fait toujours en absorbant l'oxigène et en laissant l'azote libre. A cet effet, on emploie l'hydrogène ou le phosphore.

L'analyse par l'hydrogène s'opère dans l'eudiomètre à mercure ou à eau, de même que celle de l'air atmosphérique (*Description des Appareils*, art. *Eudiomètre*). Ainsi, après avoir introduit le gaz dans l'eudiomètre, on excite l'étincelle à travers ; on mesure le résidu, et le retranchant de la totalité des gaz, on a le nombre des parties absorbées, lequel, divisé par 3, donne la quantité d'oxigène.

Supposons que le mélange de gaz oxigène et de gaz azote soit de........ 110 }
L'hydrogène de........ 106 } = 216
Le résidu après l'étincelle de........ 96
L'absorption sera de........ 120
L'oxigène de $\frac{120}{3}$ =........ 40
Et par conséquent l'azote de........ 70

(*a*) Si le gaz de la seconde série était l'ammoniac, ce ne serait que par l'eau que la dissolution alcaline agirait ; de sorte qu'il vaudrait mieux n'employer que de l'eau pour la séparation des deux gaz.

Il faut toujours que l'hydrogène soit en excès par rapport à l'oxigène, et que le mélange total soit de nature à s'enflammer par l'étincelle. Si donc la quantité d'oxigène n'était point assez grande pour que l'inflammation eût lieu, on en ajouterait un certain nombre de parties dont on tiendrait compte, et dont on reconnaîtrait d'abord le degré de pureté.

Quant à l'analyse par le phosphore, nous n'avons rien à ajouter à ce que nous en avons dit (118 et 121).

2°. *De gaz oxigène et de gaz hydrogène.*

Il suffira de faire détonner le mélange dans l'eudiomètre, de mesurer le résidu et d'en reconnaître la nature. En effet, si l'on opère sur 100 parties, si le résidu est de 19 et que ce résidu soit de l'hydrogène, les 81 parties absorbées seront formées de 54 d'hydrogène et de 27 d'oxigène (86), et par conséquent le mélange sera composé de 27 d'oxigène et de 73 d'hydrogène. Dans le cas où le mélange ne contiendrait point assez d'oxigène ou d'hydrogène pour s'enflammer par l'étincelle, il faudrait en ajouter une quantité convenable, et en tenir compte.

On pourrait encore procéder à la séparation des gaz oxigène et hydrogène, en les mettant sur le mercure en contact avec le phosphore à la température ordinaire : seulement, si le mélange ne contenait point les trois quarts de son volume de gaz hydrogène, il faudrait y ajouter une certaine quantité de celui-ci, et humecter les parois de l'éprouvette pour rendre l'absorption de l'oxigène plus prompte (120, et 1er vol., p. 185). L'expérience durerait plusieurs heures, et exigerait par conséquent que l'on appréciât les changemens de température et de pression qui pourraient survenir ; elle ne serait terminée qu'à l'époque où il ne se formerait plus de vapeurs, ou mieux qu'à

celle où le phosphore cesserait d'être lumineux dans l'obscurité.

3°. *De gaz oxigène et de protoxide d'azote ou d'oxide de carbone.*

Ces deux analyses se font, comme celle de l'air, par la combustion lente du phosphore (118).

De gaz oxigène et de l'un des gaz suivans : hydrogène carboné, hydrogène proto-phosphoré, hydrogène arseniqué.

C'est encore par la combustion lente du phosphore que la séparation de l'oxigène et de ces gaz doit être tentée. Si le phosphore ne brûlait pas, ce qui pourrait avoir lieu, d'après ce que l'on a vu (vol. 1, p. 185.), on ajouterait, au mélange, du gaz azote ou du gaz hydrogène; et si, malgré cette addition, la combustion ne se déterminait point, on pourrait mettre en contact avec le mélange primitif sur le mercure, une dissolution concentrée de sulfite de potasse, ou de soude, ou d'ammoniaque : l'oxigène serait absorbé peu à peu, tandis que l'autre gaz ne le serait pas sensiblement.

Toutefois, avant de donner ces moyens analytiques comme certains, il serait nécessaire de les constater par expérience, et c'est ce que nous n'avons pas fait.

4°. *De gaz hydrogène plus ou moins carboné et de gaz oxide de carbone.*

Si le gaz hydrogène était saturé de carbone, il suffirait, pour analyser le mélange, d'introduire 100 parties de celui-ci avec 200 de chlore pur dans une éprouvette pleine d'eau, d'agiter les gaz avec de la potasse caustique,

au bout d'un quart d'heure, pour absorber l'excès de chlore, et de mesurer le résidu : ce résidu ne serait que l'oxide de carbone pur, puisque l'une des propriétés du gaz hydrogène per-carboné est de former avec le chlore un composé liquide à la température ordinaire (1er vol., p. 351).

Mais comme la plupart du temps le gaz hydrogène carboné varie dans sa composition, ou du moins que les gaz inflammables, considérés comme des gaz hydrogènes carbonés, sont des mélanges de gaz hydrogène per-carboné et de gaz hydrogène proto-carboné, ou de celui-ci et de gaz hydrogène, l'on ne peut faire l'analyse de ces sortes de gaz mêlés à l'oxide de carbone que par le procédé suivant :

Il faut d'abord déterminer la pesanteur spécifique du mélange ; ensuite on en fait passer une certaine quantité dans l'eudiomètre à mercure avec un excès de gaz oxigène, et après l'inflammation par l'étincelle, on mesure le résidu ; puis, absorbant le gaz carbonique par la potasse, l'on obtient un second résidu qui n'est que l'excès du gaz oxigène, et qui, retranché du premier, donne pour différence la quantité de gaz acide. Par ce moyen, l'on a toutes les données pour la solution du problême. Citons un exemple pour plus de clarté ; supposons :

Que la température soit à 0 et la pression à	0m.,76
Que la pesanteur spécifique du gaz soit de.....	0,97845
Ou, ce qui est la même chose, que son poids par litre soit de..........................	1gr.,27198
Que nous opérions sur 100 parties de ce gaz, et que ces 100 parties équivalent à 1 centilitre ou à...	0gr.,01272
Que la quantité de gaz oxigène employé soit de 300 parties, ou de 3 centilitres, ou bien de....	0gr.,04297
Que la quantité de gaz carbonique formé soit de 150 parties ou de..........................	0gr.,02971

Que l'excès de gaz oxigène soit de 125 parties, et que par conséquent il y en ait 175 d'absorbé ou 0gr.,02507

Or, les 0gr.02971 d'acide carbonique renfermeront tout le carbone contenu dans les 0gr.,01272 de gaz soumis à l'analyse, c'est-à-dire............. 0gr.,00822

Donc ces 0gr.,01272 devront contenir, tant en hydrogène qu'en oxigène, 0gr.,01272 moins 0gr.,00822, ou bien.................................. 0gr.,00450

Mais si l'on observe que la quantité de gaz oxigène absorbé est de......................... 0gr.,02507

Et que les 0gr.,02971 d'acide carbonique en renferment 0gr.,02149, il s'ensuivra que les 0gr.,00450 d'hydrogène et d'oxigène appartenant au gaz soumis à l'analyse, auront dû être convertis en eau par 0gr.,02507 moins 0gr.,02149, ou par........... 0gr.,00358

Il en sera résulté 0gr.,00450 plus 0gr.,00358 d'eau, c'est-à-dire................................ 0gr.,00808

Comme cette quantité d'eau est formée de 0gr.,00090 d'hydrogène et de 0gr.,00718 d'oxigène, les 0gr.,00450 d'hydrogène et d'oxigène appartenant au gaz soumis à l'analyse, le seront donc,

d'hydrogène...................... 0gr.,00090
d'oxigène....................... 0gr.,00360

Ainsi les quantités de carbone, d'oxigène et d'hydrogène contenues dans le gaz, seront :

Carbone........................ 0gr.,00822
Oxigène........................ 0gr.,00360
Hydrogène...................... 0gr.,00090

Observant maintenant que le gaz oxide de carbone est formé de 56,638 d'oxigène et de 43,362 de carbone, l'on trouvera que les 0g,00360 d'oxigène doivent être unis à 0g,00276

de carbone, et par conséquent que la quantité restante de carbone, savoir, 0g,00546, doit être unie à l'hydrogène.

5°. *De gaz hydrogène carboné et de gaz hydrogène.*

Rien de plus facile à faire que cette analyse : pour cela, il ne faut que faire détonner le mélange avec un excès d'oxigène dans l'eudiomètre à mercure, le transformer ainsi en eau et en gaz carbonique, mesurer le résidu, l'agiter avec une dissolution de potasse, et le mesurer de nouveau. L'absorption par la potasse donnera la quantité de gaz acide; le résidu, l'excès d'oxigène ; et de là l'on conclura la quantité de carbone et d'hydrogène.

Soit, par exemple, en volume :

Le mélange gazeux........................	100
L'oxigène employé.........................	300
Le gaz, après la détonnation.................	225
Le même gaz, après l'absorption par la potasse. .	125
La quantité d'oxigène absorbé sera de.........	175
Et la quantité d'acide carbonique formé de.....	100

Or, 100 d'acide carbonique contiennent 100 de vapeur de carbone et 100 d'oxigène; mais la quantité d'oxigène absorbé est de 175 ; il y en a donc 75 qui s'unissent à 150 d'hydrogène pour former de l'eau : par conséquent le mélange est formé de 50 d'hydrogène per-carboné et de 50 d'hydrogène ; car l'hydrogène per-carboné résulte de la combinaison de deux volumes de vapeur de carbone et de deux volumes d'hydrogène condensés en un seul (171).

6°. *De gaz hydrogène carboné et de gaz azote.*

Cette analyse se fait comme la précédente, si ce n'est que, après avoir absorbé le gaz carbonique par la potasse,

il faut déterminer la quantité de gaz oxigène et de gaz azote qui composent le nouveau résidu.

Supposons que la quantité de gaz sur laquelle on opère soit, en volume, de. 100;

Que la quantité de gaz carbonique formé soit de 120;

Que la quantité d'oxigène absorbé soit de. 180;

Que la quantité d'azote soit de. 40;

Il est évident que le mélange sera composé de 40 d'azote et de 60 d'hydrogène per-carboné.

7°. *De gaz hydrogène carboné et de protoxide d'azote.*

Supposons le cas le plus compliqué, qui est celui où le mélange contiendrait tout à la fois de l'hydrogène per-carboné et de l'hydrogène proto-carboné. Après avoir introduit une certaine quantité de gaz dans une éprouvette pleine de mercure, il faudrait y faire passer très-peu d'eau, puis un excès de chlore; par ce moyen l'on absorberait tout l'hydrogène per-carboné, de sorte qu'en traitant le résidu par la potasse pour enlever le chlore excédant, le protoxide d'azote ne se trouverait plus mêlé qu'à de l'hydrogène proto-carboné : il serait facile de les séparer par de l'alcool concentré, qui dissout bien plus que son volume de protoxide, à la température et à la pression ordinaires, et qui ne dissout pas sensiblement d'hydrogène proto-carboné.

8°. *De gaz hydrogène carboné et de deutoxide d'azote.*

Supposons encore, comme dans l'analyse précédente, que l'hydrogène soit à l'état d'hydrogène per-carboné, et d'hydrogène proto-carboné : trois épreuves seront nécessaires :

La 1re consistera à introduire le gaz à analyser dans une éprouvette pleine de mercure avec un peu d'eau alcaline, à le mêler avec un excès d'oxigène et à mesurer le

résidu. Le deutoxide d'azote deviendra acide et sera absorbé par la liqueur.

La 2ᵉ se fera en mêlant le résidu de l'épreuve précédente avec le chlore. Celui-ci s'unira seulement à l'hydrogène per-carboné, de sorte qu'il suffira d'absorber le chlore excédant par une dissolution de potasse caustique, et de mesurer le nouveau résidu, pour connaître la quantité d'hydrogène per-carboné.

Enfin, pour la 3ᵉ épreuve, on prendra une nouvelle quantité du gaz dont il s'agira de faire l'analyse et on le traitera par un excès de chlore en se conformant à tout ce qui vient d'être dit au sujet de la 2ᵉ épreuve. L'hydrogène proto-carboné ne sera point absorbé; l'hydrogène per-carboné et le deutoxide d'azote le seront au contraire : or, comme les deux premières épreuves auront fait connaître la quantité d'hydrogène per-carboné, il est évident qu'il sera facile de connaître celle de deutoxide d'azote au moyen de la 3ᵉ : cette épreuve donnant en même temps la quantité d'hydrogène proto-carboné, l'analyse devient complète.

9°. *De gaz hydrogène et de gaz azote.*

L'analyse de ce mélange se fait dans l'eudiomètre, de même que celle d'un mélange d'oxigène et d'azote : seulement, au lieu d'un excès d'hydrogène, il faut ajouter un excès d'oxigène. Les deux tiers de l'absorption représentent la quantité d'hydrogène. (Voyez *Description des Appareils*, art. *Eudiomètre.*)

10°. *De gaz hydrogène et de gaz oxide de carbone.*

C'est encore avec l'oxigène dans l'eudiomètre à mercure que se fait cette analyse, de même que celle de gaz hydrogène carboné et de gaz hydrogène (2044, 5°).

Que le volume du mélange à analyser soit de. . . 100 ;
Que celui d'acide carbonique formé soit de. . . . . 50 ;
Que celui d'oxigène absorbé soit aussi de. . . . . . 50 ;
Il en résultera que les 100 parties de ce mélange seront composées de 50 d'oxide de carbone et de 50 d'hydrogène ; car l'acide carbonique représente un volume d'oxide de carbone égal au sien, et l'oxide de carbone absorbe la moitié de son volume d'oxigène : or, l'absorption de l'oxigène est de 50 ; il y en a donc 25 qui se combinent avec l'hydrogène, et par conséquent la quantité de celui-ci s'élève à 50.

11°. *De gaz hydrogène et de protoxide d'azote.*

Par l'alcool concentré, qui dissout le protoxide d'azote et est sans action sur l'hydrogène.

12°. *De gaz hydrogène et de deutoxide d'azote.*

Le meilleur moyen de séparer ces deux gaz est d'employer le chlore. L'on fait passer 100 ou 200 parties du mélange dans un tube gradué plein d'eau ; on y introduit ensuite un excès de chlore ; celui-ci convertit subitement le deutoxide en acide qui se dissout, de sorte qu'en absorbant l'excès de chlore par la potasse, l'on obtient l'hydrogène pour résidu ; retranchant ensuite la quantité d'hydrogène de la totalité du mélange, l'on a pour différence la quantité de deutoxide.

13°. *D'azote et d'oxide de carbone.*

Comme celle du gaz hydrogène carboné et de l'azote (2044, 6°), en observant seulement que le volume de l'oxide de carbone est égal à celui du gaz carbonique formé, puisque 100 parties d'oxide de carbone, plus 50 d'oxigène, égalent 100 d'acide carbonique.

14°. *D'azote et de protoxide d'azote.*

Par l'alcool, comme celle de ce protoxide et de gaz hydrogène (2044, 11°).

15°. *D'azote et de deutoxide d'azote.*

Par le chlore, comme celle de gaz hydrogène et de deutoxide d'azote (2044, 12°).

16°. *D'oxide de carbone et de protoxide d'azote.*

Par l'alcool, comme celle de ce protoxide et d'hydrogène (2044, 11°).

17°. *D'oxide de carbone et de deutoxide d'azote.*

Par le chlore, comme celle de ce deutoxide et d'hydrogène (2044, 12°).

ARTICLE II.

2045. *Analyse d'un mélange de deux gaz appartenant à la deuxième série* (2042 *bis*); *savoir :*

1°. *De gaz carbonique et de l'un des gaz suivans : hydrochlorique, fluo-borique, fluorique silicé.*

Que l'on fasse passer une certaine quantité de gaz carbonique et de l'un des trois autres dans une éprouvette pleine de mercure, et que l'on y introduise ensuite une quantité d'eau égale à la 25e ou à la 30e partie du volume du mélange, il ne se dissoudra pas sensiblement d'acide carbonique, tandis qu'au contraire tout l'autre gaz se dissoudra promptement, pour peu qu'on agite l'éprouvette : leur séparation est donc facile à opérer.

2°. De gaz carbonique et de gaz sulfureux.

On peut procéder à la séparation de ces deux gaz de même qu'à celle des précédens ; mais comme l'eau ne dissout à $0^m,76$ et à 20° que trente-sept fois son volume de gaz sulfureux, il vaut mieux la remplacer par quelques fragmens de borax du commerce, qui absorbe facilement tout cet acide, et qui est sans action sur le gaz carbonique. (Cluzel.)

3°. De gaz carbonique et de chlore.

Par le mercure, qui n'a aucune action sur le premier, et qui, à la température ordinaire, absorbe très-bien le second.

4°. De gaz carbonique et d'oxide de chlore.

Le meilleur moyen d'estimer la proportion de ces deux gaz est de les faire passer dans un tube plein de mercure, d'y introduire un excès de gaz hydro-chlorique pour ramener l'oxide de chlore à l'état de chlore, d'agiter le tube pour favoriser l'absorption de celui-ci, et de dissoudre ensuite l'excès d'acide hydro-chlorique par une très-petite quantité d'eau. Le résidu sera le gaz carbonique pur : en le retranchant de la totalité du mélange, on aura la quantité d'oxide de chlore.

5°. De gaz carbonique et de gaz hydrogène sulfuré.

Comme celle du gaz carbonique et des acides hydro-chlorique, fluo-borique, etc. (2045, 1°) : seulement, au lieu d'eau, il faut employer une dissolution d'acétate acide de plomb. Cette dissolution absorbe et décompose tout l'hydrogène sulfuré, et laisse l'acide carbonique libre.

6°. *De gaz carbonique et de gaz hydrogène telluré.*

Par le chlore, qui détruit l'hydrogène telluré, et dont l'excès peut être absorbé par le mercure, sur lequel l'expérience doit être faite.

7°. *De gaz carbonique et de gaz chloroxi-carbonique.*

Que l'on remplisse une cloche courbe de mercure; que l'on y fasse passer une certaine quantité de gaz; que l'on porte ensuite de l'arsenic dans la partie courbe de la cloche; que l'on chauffe l'arsenic à la lampe pour décomposer complètement tout le gaz chloroxi-carbonique; que l'on mesure le résidu; qu'on l'agite avec une dissolution de potasse et qu'on le mesure de nouveau, il est évident que, par ce moyen, l'on connaîtra tout le gaz carbonique, et que l'on pourra en conclure le volume du gaz chloroxi-carbonique.

8°. *De gaz hydrogène sulfuré, et de l'un des gaz suivans: hydro-chlorique, fluo-borique et fluorique silicé.*

La séparation peut en être faite par l'eau comme celle du gaz carbonique et des trois autres (2045, 1°); mais comme l'eau chargée de ceux-ci dissout une quantité sensible d'hydrogène sulfuré, il vaut mieux se servir de borax, et opérer de même que nous l'avons dit au sujet de l'analyse du mélange de gaz carbonique et de gaz sulfureux (2045, 2°).

9°. *De gaz hydrogène telluré, et de l'un des trois derniers gaz de l'article précédent.*

Comme celle de l'hydrogène sulfuré et de ces mêmes gaz.

10°. *De gaz sulfureux et de gaz hydro-chlorique.*

C'est en dissolvant ces gaz dans l'eau et versant de l'eau de baryte dans la dissolution, qu'on parvient à les séparer facilement. Il en résulte du sulfite de baryte, qui se précipite, qu'on lave et que l'on fait sécher (*a*), et de l'hydro-chlorate de baryte qui reste dans la liqueur. Les eaux de lavage étant réunies à celle-ci, l'on y verse d'abord de l'acide nitrique pur pour saturer l'excès de baryte, et ensuite du nitrate d'argent, qui décompose l'hydro-chlorate de baryte, et donne lieu à du chlorure d'argent. Le poids de ce chlorure bien lavé et desséché, donne celui de l'acide hydro-chlorique réel, et par conséquent le poids et le volume de l'acide gazeux; il en est de même du sulfite de baryte relativement au gaz sulfureux.

11°. *De gaz sulfureux et de gaz fluo-borique.*

Faites passer ces gaz dans un tube plein de mercure, et introduisez-y environ la 200e partie de leur volume d'eau: celle-ci dissoudra tout l'acide fluo-borique, et n'agira pas sensiblement sur l'acide sulfureux, surtout si l'expérience se fait à la température de 25° à 30°: on déterminera donc aisément la proportion de l'un et de l'autre.

12°. *De gaz sulfureux et de gaz fluorique silicé.*

Après avoir dissous ces gaz dans l'eau, l'on y versera successivement du chlore liquide, de la potasse pure en dissolution, de l'acide nitrique et du nitrate de baryte. Le chlore a pour objet de transformer l'acide sulfureux en acide sulfurique; la potasse, de précipiter le fluate acide

(*a*) La dessiccation doit être faite dans le vide, pour éviter l'absorption d'oxigène.

de silice qui reste dans la liqueur (1064) ; l'acide nitrique, de saturer l'excès de potasse ; et le nitrate de baryte, de former, avec l'acide sulfurique, un sulfate insoluble. Il faut filtrer la liqueur et laver le filtre après l'addition de la potasse et après celle du nitrate de baryte. Le sulfate de cette base, calciné, donne, par son poids, celui de l'acide sulfurique, d'où l'on conclut celui de l'acide sulfureux, son volume, et par une soustraction le volume même du gaz fluorique silicé. (*Voyez* la composition des sulfates, des sulfites, et la densité de l'acide sulfureux, 811, 870 *bis* et 392.)

Il serait peut-être possible de faire cette analyse, ainsi que la précédente, par le moyen du peroxide de manganèse. Ce peroxide, qui absorbe peu à peu le gaz sulfureux, est, je crois, sans action sur le gaz fluorique silicé et sur le gaz fluo-borique.

13°. *De gaz hydro-chlorique et de chlore.*

Par le mercure, qui absorbe celui-ci, et qui est sans action sur le premier.

14°. *De gaz hydro-chlorique et de gaz hydrogène telluré.*

Par l'eau, qui ne dissout que très-peu d'hydrogène telluré, et qui dissout, à $0^{m},76$ et à 20°, quatre cent soixante-quatre fois son volume de gaz hydro-chlorique.

15°. *De gaz hydro-chlorique et de gaz fluorique silicé.*

L'un des meilleurs moyens de faire cette analyse serait probablement de dissoudre ces gaz dans l'eau, et de verser un excès d'eau de baryte dans la dissolution ; il en résulterait un fluate insoluble et un hydro-chlorate soluble ; par la filtration, on séparerait ces deux sels, et

versant alors dans la liqueur réunie aux eaux de lavage, d'abord de l'acide nitrique pour saturer l'excès de baryte, puis du nitrate d'argent, l'on obtiendrait du chlorure d'argent dont le poids donnerait celui de l'acide hydro-chlorique. Le volume de celui-ci étant connu, l'on connaîtrait l'autre par soustraction.

Il est probable qu'on parviendrait aussi à faire, par le même procédé, l'analyse d'un mélange de gaz hydro-chlorique et de gaz fluo-borique.

16°. *De chlore, et de l'un des gaz suivans : gaz oxide de chlore, gaz fluorique silicé, gaz fluo-borique, gaz chloroxicarbonique, gaz carbonique, gaz sulfureux.*

Par le mercure, qui absorbe le premier, et qui n'a aucune action sur les autres.

ARTICLE III.

2046. *Analyse d'un mélange de trois gaz, l'un absorbable par une dissolution de potasse caustique, et les deux autres non absorbables par cette dissolution.*

Le mélange étant reçu dans une éprouvette pleine de mercure, l'on y fait passer un peu de dissolution alcaline; lorsque tout le gaz acide est absorbé, l'on mesure le résidu, et l'on sépare les deux gaz qui se forment par les procédés que nous avons exposés précédemment (2044).

L'on traiterait encore le mélange par une dissolution alcaline, quand bien même il serait composé d'un seul gaz non absorbable et de deux gaz absorbables : par ce moyen l'on séparerait le gaz non absorbable; après quoi l'on déterminerait la quantité des deux autres gaz

par des méthodes variables en raison de la nature de ces gaz. Plusieurs des analyses suivantes pourront servir d'exemple.

ARTICLE IV.

2047. *Analyse d'un mélange de six gaz non absorbables par la potasse; savoir : d'oxigène, d'azote, d'hydrogène, d'hydrogène per-carboné, d'hydrogène proto-carboné, d'oxide de carbone.*

L'on fera passer 100 à 200 parties du mélange dans un tube gradué plein de mercure, puis l'on y introduira un peu d'eau, un excès de chlore, et quelque temps après de la potasse pour absorber le chlore excédant. Mesurant alors le résidu et le retranchant de la totalité du gaz sur lequel l'expérience sera faite, on aura pour différence la quantité d'hydrogène per-carboné. Cette première opération faite, le résidu sera mis en contact avec le phosphore, à la température ordinaire; lorsque, l'appareil étant porté dans l'obscurité, le phosphore ne sera plus lumineux, on mesurera de nouveau le gaz, et la diminution du volume correspondra précisément à la quantité d'oxigène renfermé dans le mélange, en tenant compte toutefois des changemens qu'aura pu éprouver, soit le baromètre, soit le thermomètre (*a*).

Les quantités d'hydrogène per-carboné et d'oxigène, ayant été déterminées comme nous venons de dire, l'on se procurera une assez grande quantité des quatre autres gaz pour pouvoir prendre leur pesanteur spécifique, et on les traitera dans l'eudiomètre à mercure de la même manière que nous l'avons exposé en parlant de l'analyse

---

(*a*) L'on suppose ici que l'oxigène fait tout au plus le tiers du mélange pour que le phosphore puisse l'absorber (vol. 1, pag. 174).

d'un mélange de gaz hydrogène carboné et de gaz oxide de carbone (2044, 4°), en ayant soin d'ailleurs de tenir compte de la quantité d'azote, comme il a été dit (2044, 6°, ou 2039).

ARTICLE V.

2048. *Analyse d'un mélange de quatre gaz absorbables par une dissolution de potasse ; savoir : de gaz carbonique, de chlore, de gaz hydro-chlorique, de gaz fluoborique.*

L'on mettra d'abord le mélange en contact avec le mercure, à la température ordinaire, pour absorber le chlore. Lorsque l'absorption sera terminée, ce qui aura lieu en moins d'un quart-d'heure, surtout en la favorisant par l'agitation, l'on fera passer 200 à 300 parties du résidu dans un nouveau tube plein de mercure comme le premier (*a*), et l'on y introduira ensuite quelques parties d'eau qui dissoudra l'acide hydro-chlorique et l'acide fluo-borique, et laissera l'acide carbonique libre. Puis l'on déterminera les quantités d'acide hydro-chlorique et d'acide fluo-borique, comme nous l'avons exposé précédemment (2045, art. 15°).

(*a*) Sans ce nouveau tube, on dissoudrait un peu de deuto-chlorure de mercure au moment où le traitement par l'eau se ferait : ce chlorure empêcherait de déterminer avec précision la quantité d'acide.

ARTICLE VI.

2049. *Analyse d'un mélange de quatre autres gaz absorbables par une dissolution de potasse; savoir : de gaz carbonique, d'hydrogène sulfuré, d'acide hydro-chlorique et d'acide fluo-borique.*

Après avoir mesuré 200 à 300 parties de gaz, on les introduira dans une éprouvette pleine de mercure avec des fragmens de borax. Celui-ci n'absorbera que les acides hydro-chlorique et fluo-borique ; de sorte que l'acide carbonique et l'hydrogène sulfuré, restant libres, pourront être séparés par le procédé que nous avons décrit (2045, 5°).

Les quantités d'hydrogène sulfuré et d'acide carbonique étant déterminées, il faudra rechercher celles d'acide hydro-chlorique et d'acide fluo-borique : à cet effet, l'on mesurera une nouvelle quantité de gaz, qui devra être de 400 à 500 parties au moins, et on la fera passer dans une éprouvette sur le bain à mercure avec 15 à 20 parties d'eau; cette eau dissoudra l'acide hydro-chlorique et l'acide fluo-borique, que l'on séparera, comme nous avons dit (2045, 15°.)

ARTICLE VII.

2050. *Analyse d'un mélange de gaz absorbables et de gaz non absorbables par une dissolution de potasse; savoir: d'azote, de protoxide d'azote, de deutoxide d'azote et d'acide carbonique (a).*

Faites passer d'abord 100 ou 200 parties de gaz dans un tube plein de mercure, et ensuite quelques parties de dis-

(a) C'est un mélange de ce genre que l'on obtient en traitant les matières

solution de potasse ; vous n'absorberez que le gaz carbonique. La quantité de ce gaz étant connue, déterminez celle du deutoxide : à cet effet, mesurez une nouvelle quantité de gaz, et introduisez successivement dans le tube quelques parties d'eau, un petit excès de chlore et quelques petits fragmens d'hydrate de potasse ; vous convertirez le deutoxide en acide qui se dissoudra, et vous absorberez tout à la fois l'acide carbonique et l'excès de chlore, en sorte que, retranchant de l'absorption totale le volume de l'acide carbonique qui vous est connu, vous aurez celui du deutoxide d'azote ; après quoi vous séparerez le protoxide d'azote de l'azote par l'alcool concentré, à la manière ordinaire (2044, 14°).

ARTICLE VIII.

Analyse d'un mélange des gaz précédens et d'hydrogène sulfuré.

Cette analyse se fait à-peu-près comme la précédente. Vous mettrez d'abord une certaine quantité de gaz en contact avec quelques parties de dissolution d'acétate acide de plomb pour absorber l'hydrogène sulfuré. Le résidu étant mesuré, vous l'agiterez avec un peu de potasse pour absorber l'acide carbonique. Du reste, il faudra faire toutes les opérations dont nous venons de parler, en ayant soin de retrancher de l'absorption qu'occasionera le chlore, etc., non-seulement le volume de l'acide carbonique, mais encore celui de l'hydrogène sulfuré.

végétales et animales par l'acide nitrique : seulement on prétend qu'il contient un peu de vapeur hydro-cyanique. S'il en était ainsi, l'on n'aurait qu'à mettre d'abord le gaz en contact avec le deutoxide de mercure : celui-ci absorberait la vapeur et produirait un cyanure mercuriel facile à reconnaître.

ARTICLE IX.

Analyse d'un mélange d'azote, de deutoxide d'azote, d'hydrogène, d'hydrogène per-carboné, d'hydrogène proto-carboné, d'oxide de carbone, d'acide carbonique, d'hydrogène sulfuré, d'acide hydro-chlorique.

Les gaz étant introduits dans une éprouvette pleine de mercure, on absorbera le gaz hydro-chlorique par quelques fragmens de borax; puis, après avoir fait passer le résidu dans un tube gradué, on le traitera successivement, comme dans l'analyse précédente, par une dissolution d'acétate acide de plomb et par une dissolution de potasse, qui feront connaître, la première, la quantité d'hydrogène sulfuré; et la seconde, la quantité d'acide carbonique. La quantité de deutoxide d'azote, et celle d'hydrogène per-carboné se détermineront en soumettant le mélange gazeux privé par un alcali d'acide hydro-chlorique, d'hydrogène sulfuré, et d'acide carbonique, aux trois épreuves que nous avons indiquées (2044, 8°). Quant à la détermination des quantités d'azote, d'hydrogène, d'hydrogène proto-carboné, d'oxide de carbone, pour la faire, l'on se procurera d'abord une assez grande quantité de ces gaz, en mettant le mélange total en contact avec l'eau, le chlore et la potasse; après quoi l'on procédera à leur séparation par la méthode qui a déjà été décrite (2047).

SECTION III.

Analyse des Gaz composés.

2051. Ce genre d'analyse, si peu avancé autrefois, a été porté tout-à-coup à son plus haut degré de perfection, pour ainsi dire, par la belle loi que M. Gay-Lussac a dé-

couverte; savoir : que les corps supposés à l'état de gaz se combinent toujours en volume dans des rapports très-simples. En effet, l'on peut corriger maintenant par le calcul les petites erreurs dues à l'expérience, et obtenir des résultats d'une très-grande exactitude.

On compte aujourd'hui vingt gaz composés : l'hydrogène carboné, l'hydrogène phosphoré, l'hydrogène arseniqué, l'hydrogène telluré, l'hydrogène potassié, le cyanogène ou l'azote carboné, l'oxide de carbone, le protoxide d'azote, le deutoxide d'azote, l'oxide de chlore, l'acide carbonique, l'acide chloroxi-carbonique, l'acide sulfureux, l'acide hydro-chlorique, l'acide hydriodique, l'acide hydro-sulfurique, l'acide hydro-sélénique, le gaz fluorique silicé, le gaz fluo-borique, et le gaz ammoniac.

Nous n'avons rien à ajouter à ce que nous avons dit sur l'analyse de ces gaz dans l'histoire de chacun d'eux.

CHAPITRE III.

De l'Analyse des Corps combustibles.

SECTION PREMIÈRE.

Un Corps combustible non métallique étant donné, comment en reconnaître la nature?

2052. Nous ne connaissons que neuf corps combustibles simples non métalliques : l'hydrogène, le bore, le carbone, le phosphore, le soufre, le sélénium, l'iode, le chlore et l'azote.

En parlant des gaz, nous avons dit comment on pouvait reconnaître l'hydrogène, le chlore et l'azote : nous allons exposer les caractères des six autres corps combustibles qui sont solides.

Le bore est solide, insipide, inodore, brun-verdâtre, pulvérulent, infusible, fixe, sans action sur le gaz oxigène à la température ordinaire, capable d'absorber ce gaz à une température élevée et de s'acidifier en donnant lieu à un dégagement de calorique et de lumière, capable enfin de décomposer l'acide nitrique à l'aide d'un peu de chaleur et de se transformer tout entier en acide borique, qu'on peut obtenir pur par l'évaporation de la liqueur, et qui est doué de propriétés très-remarquables. (*Voyez* plus loin, 2120.)

Le carbone est, comme le bore, solide, insipide, inodore, pulvérulent, infusible, fixe; mais il est noir le plus souvent; et, lorsqu'on le chauffe avec le contact de l'air ou du gaz oxigène, il brûle, se vaporise tout entier et forme un acide gazeux, contenant son volume d'oxigène (346), et facile, d'ailleurs, à distinguer de tous les autres gaz (2030).

La propriété d'être ductile, presqu'aussi facile à couper que la cire, plus ou moins transparent, fusible à environ 40°, lumineux dans l'obscurité; celle de répandre des vapeurs blanches dans l'air à la température ordinaire, d'en absorber l'oxigène et de donner lieu à de l'acide phosphatique; celle enfin de s'enflammer vivement par le contact d'un corps en combustion, feront toujours reconnaître aisément le phosphore.

Les caractères du soufre sont tout aussi tranchés: c'est un corps solide, insipide, jaune, fusible à 107 ou 109°, volatil, qui brûle avec une flamme bleue, et se convertit tout entier en gaz sulfureux dont l'odeur est très-remarquable.

Ceux de l'iode le sont plus encore: son aspect est métallique, sa couleur bleuâtre, son odeur analogue à celle du chlore; chauffé peu à peu dans un matras, il fond, se réduit en vapeurs violettes, et vient se rassembler à la par-

tie supérieure du vase en lames brillantes. Mis en contact avec une dissolution de potasse, il disparaît et donne lieu à de l'iodate de potasse qui se précipite, et à de l'hydriodate de potasse qui reste dans la liqueur, et dont l'on peut précipiter l'iode par une solution de chlore.

Quant au sélénium, on trouvera les caractères qui le distinguent (103 *bis.*)

2052 *bis.* D'après l'ordre que nous avons adopté, nous devrions maintenant nous occuper des questions suivantes :

1°. *Un mélange de corps combustibles non métalliques étant donné, reconnaître ceux qui entrent dans sa composition.*

2°. *Déterminer la proportion des principes d'un mélange de corps combustibles non métalliques.*

3°. Enfin *déterminer la proportion des principes des divers composés combustibles non métalliques.*

Mais comme nous avons déjà donné la solution de plusieurs des problêmes compris dans ces questions; que nous croyons que le lecteur trouvera facilement les solutions des autres après la lecture de ce traité, et que, d'ailleurs, on en a rarement besoin, nous ne les examinerons pas.

SECTION II.

Un métal étant donné, comment en reconnaître la nature ?

2053. Supposons d'abord que, mis en contact avec l'eau à la température ordinaire, le métal la décompose subitement et donne lieu à une effervescence plus ou moins considérable, il appartiendra à la seconde section : alors, pour déterminer la nature de ce métal, il faudra saturer la liqueur par l'acide hydro-chlorique, la concentrer et la soumettre à diverses épreuves. Ce sera :

Du *potassium*, si elle n'est pas troublée par les dissolutions de sous-carbonate de potasse, ou de soude, ou d'ammoniaque; et si elle l'est, au contraire, par celle de platine et par celle de sulfate d'alumine.

Du *sodium*, si elle n'est troublée ni par les dissolutions de sous-carbonates de potasse, de soude, d'ammoniaque, ni par celle d'hydro-chlorate de platine, ni par celle de sulfate d'alumine; et si, par l'évaporation, elle laisse déposer de petits cristaux cubiques, ayant la saveur du sel marin, et inaltérables par l'air, à moins que celui-ci ne soit presque saturé d'humidité.

Du *barium*, si elle est troublée par la dissolution de sous-carbonate de potasse, ou de soude, ou d'ammoniaque; si, lorsqu'elle est étendue, même d'une très-grande quantité d'eau, l'acide sulfurique y forme un précipité blanc, insoluble dans un excès d'acide; enfin si, portée jusqu'à un certain point de concentration, elle laisse déposer, par le refroidissement, des cristaux en lames carrées, sur lesquels l'alcool est sans action.

Du *strontium*, si elle est troublée, comme la précédente, par la dissolution de sous-carbonate de potasse, ou de soude, ou d'ammoniaque; si, étendue d'une grande quantité d'eau, l'acide sulfurique n'y forme pas de précipité; et si, portée jusqu'à un certain point de concentration, elle laisse déposer, par le refroidissement, des cristaux en aiguilles, non déliquescens, solubles dans l'alcool, et communiquant à celui-ci la propriété de brûler avec une flamme purpurine.

Du *calcium*, si elle est troublée, comme les deux précédentes, par la dissolution de sous-carbonate de potasse, ou de soude, ou d'ammoniaque; si, étendue d'eau, l'acide sulfurique n'y forme pas de précipité; si, au contraire, l'acide oxalique y en forme un; s'il en est de même du sulfate de potasse lorsqu'elle est concentrée; si elle ne

cristallise que difficilement, et si le résidu qu'elle fournit par l'évaporation est déliquescent et soluble dans l'alcool.

Du *lithium*, si les dissolutions de sous-carbonate de potasse, ou de soude, ou d'ammoniaque la troublent lorsqu'elle est concentrée, et si ces réactifs cessent de la troubler lorsqu'elle est étendue d'eau; si elle n'est précipitée ni par l'acide sulfurique, ni par l'acide oxalique, ni par les sulfates, ni par les oxalates; si, évaporée jusqu'à siccité, elle donne un résidu qui attire promptement l'humidité de l'air; enfin si ce résidu, calciné avec de la soude sur une feuille mince de platine, attaque celui-ci comme il a été dit (vol. II, p. 70).

2054. Supposons, en second lieu, que le métal soit sans action sur l'eau à la température ordinaire, mais qu'à cette température il soit capable de se dissoudre dans l'acide sulfurique étendu avec dégagement de gaz hydrogène, ce sera ou du manganèse, ou du zinc, ou du fer, ou du *cadmium* (*a*).

Du *fer*, si la dissolution métallique, mêlée à celle de potasse, de soude, ou d'ammoniaque, laisse déposer un oxide blanc ou d'un blanc verdâtre qui, par le contact de l'air, passe promptement au vert foncé, puis au jaune rougeâtre; et si, après y avoir ajouté un petit excès de chlore, elle acquiert la propriété de former un précipité bleu avec l'hydro-cyanate de potasse ferrugineux, et noir avec l'infusion de noix de galle.

Du *zinc*, si la dissolution de potasse, de soude, d'ammoniaque produit, dans la dissolution métallique, un précipité blanc qui ne change point de couleur par le con-

(*a*) Rappelons toutefois que, tandis que l'acide sulfurique étendu a beaucoup d'action sur le zinc, le manganèse et le fer, il n'en a qu'une faible sur le cadmium. Observons aussi que l'acide sulfurique étendu n'est pas tout-à-fait sans action sur le nickel; mais elle est si faible, que nous en faisons abstraction ici: elle ne devient bien sensible qu'à l'aide de la chaleur.

tact de l'air, et qui soit soluble dans un excès de l'un de ces trois alcalis, et si les dissolutions d'hydro-cyanate de potasse et d'hydro-sulfure de potasse y produisent aussi des précipités sensiblement blancs.

Du *cadmium*, si la dissolution de potasse, ou de soude, ou d'ammoniaque produit, dans la dissolution métallique, un précipité blanc qui ne change point de couleur par le contact de l'air, insoluble dans ces deux premiers alcalis et soluble, au contraire, dans le dernier; si l'hydro-cyanate de potasse y produit un précipité également blanc, et si celui qu'y forme l'hydrogène sulfuré ou les hydro-sulfates est jaune ou orangé; enfin, si l'infusion de noix de galle n'y occasione aucun changement.

Du *manganèse*, si la dissolution de potasse, de soude produit, dans la dissolution métallique, un précipité blanc, insoluble dans un excès d'alcali, et qui passe au brun-marron par le contact de l'air; si les dissolutions d'hydro-cyanate de potasse ferrugineux et d'hydro-sulfures alcalins y produisent aussi des précipités blancs ou tirant sur le blanc; enfin, si, en desséchant l'oxide qu'en séparent les dissolutions alcalines, le mêlant avec son poids d'hydrate de potasse, et exposant le mélange, dans un creuset d'argent ou de platine, à l'action d'une chaleur rouge pendant quinze à vingt minutes, l'on obtient une masse verte, présentant toutes les propriétés du caméléon minéral (630).

2055. Supposons maintenant que le métal soit sans action sur l'eau ou sur l'acide sulfurique étendu d'eau, à la température ordinaire, mais qu'il puisse être attaqué par l'acide nitrique à cette température, ou du moins à l'aide de la chaleur, il fera partie de la série suivante: étain, antimoine, molybdène, arsenic, cobalt, urane, cuivre, nickel, palladium, mercure, bismuth, tellure, plomb, argent.

Le cobalt, l'urane, le cuivre, le nickel et le palladium étant les seuls de ces quatorze métaux qui, en se dissolvant dans l'acide nitrique, le colorent, ne pourront être confondus par cela même qu'entre eux : on les reconnaîtra aux propriétés que possédera la liqueur. Le métal sera :

Du *cobalt*, si la liqueur est d'un rouge violet; si elle forme un précipité d'un bleu violet avec les alcalis, vert avec les hydro-cyanates alcalins, noir avec les hydro-sulfures alcalins, et surtout si l'oxide qu'en séparent les alcalis est capable, à une chaleur rouge, de colorer une grande quantité de borax et de donner lieu à un verre bleu.

Du *palladium*, si elle est rouge; si le proto-sulfate de fer en réduit subitement le métal; si l'hydro-chlorate d'étain y forme un précipité noir, et l'hydro-cyanate de potasse un précipité qui soit olive; enfin, si en l'évaporant à siccité, et si en exposant le résidu à la chaleur rouge on parvient, non-seulement à décomposer le nitrate, mais encore l'oxide.

Du *cuivre*, si elle est bleue ou d'un bleu verdâtre; si elle forme, avec la potasse et la soude, un précipité bleu insoluble dans un excès d'alcali; avec l'ammoniaque, un précipité d'un blanc bleuâtre qu'un excès d'ammoniaque redissout tout de suite en communiquant à la dissolution une couleur d'un bleu céleste; avec l'hydro-cyanate de potasse, un précipité cramoisi; enfin, si en y plongeant une lame de fer, celle-ci se recouvre presqu'à l'instant même d'une couche de couleur de cuivre.

Du *nickel*, si elle est d'un vert-pré; si la potasse et la soude en précipitent un oxide d'un vert tendre; si l'ammoniaque en rend la couleur d'un bleu violacé; si l'hydro-cyanate de potasse y produit un précipité vert-pomme, l'hydro-sulfure de potasse un précipité noir, et si une lame de fer n'en réduit point le métal.

De l'*urane*, si elle est jaune ou jaunâtre; si, par une évaporation et un refroidissement convenables, il s'en sépare des cristaux d'un jaune citron; si l'hydro-cyanate de potasse y produit un précipité couleur de sang; les hydro-sulfures alcalins, un précipité brun; la potasse, la soude, l'ammoniaque, un précipité d'un jaune pâle, soluble dans les carbonates de potasse ou de soude; enfin, si le fer n'en réduit point l'oxide.

2055 *bis*. Le *mercure*, en raison de sa fluidité et de la propriété qu'il a de bouillir et de se volatiliser sans s'oxider au-dessous de la chaleur rouge, est toujours facile à distinguer.

Les caractères de l'*arsenic* ne sont pas moins saillans : soumis, dans une cornue, à l'action d'une chaleur rouge, il se volatilise tout entier et se condense dans le col sous forme de cristaux; projeté dans un têt ou sur des charbons incandescens, il absorbe l'oxigène et passe à l'état de deutoxide, qui s'exhale en vapeurs blanches, en répandant une très-forte odeur d'ail; chauffé avec de l'acide nitrique faible, il se dissout, donne lieu à une liqueur qui laisse déposer des cristaux blancs par le refroidissement, qui précipite en jaune par l'hydrogène sulfuré, et qui, saturée de potasse de manière à former non-seulement un nitrate, mais encore un arsenite, précipite en vert par une dissolution de deuto-sulfate de cuivre.

2056. L'étain, l'antimoine, le molybdène se distinguent de tous les autres, parce que l'acide nitrique concentré les attaque sans pouvoir les dissoudre, et qu'il les convertit en une poudre blanche ou d'un blanc jaunâtre, insoluble dans cet acide : ils sont caractérisés d'ailleurs :

Le *molybdène*, parce qu'il est infusible ou très-difficile à fondre; que la poudre dans laquelle il est converti par l'acide nitrique est sensiblement soluble dans l'eau; que la dissolution de cette poudre rougit le tournesol et devient

bleue en peu de temps par le contact d'une lame de zinc ou d'étain; enfin, que cette même poudre s'unit facilement aux alcalis, qu'elle les sature et qu'elle forme des sels dont elle est séparée par les acides puissans; savoir : avec la potasse et la soude, des sels solubles et cristallisables; et avec l'ammoniaque, un sel qui se prend en une masse sirupeuse par l'évaporation.

L'*antimoine*, parce qu'il se dissout dans l'eau régale; que la dissolution précipite en blanc par l'eau et en jaune orangé par l'hydrogène sulfuré; et parce que, uni au soufre et traité à chaud par l'eau chargée de sous-carbonate de soude, il donne lieu à du kermès, dont une partie se dépose par le refroidissement de la liqueur (1114).

L'*étain*, parce qu'il est ductile; qu'il se dissout à chaud dans l'acide hydro-chlorique avec dégagement de gaz hydrogène, et qu'il peut former deux hydro-chlorates indécomposables par l'eau : l'un, précipitant en brun par l'hydrogène sulfuré, enlevant une certaine quantité d'oxigène à plusieurs corps, et donnant lieu au précipité *pourpre de Cassius*, par son mélange avec la dissolution d'or; l'autre, précipitant en jaune pâle par l'hydrogène sulfuré, et ne troublant point les dissolutions d'or.

2056 *bis*. Quant au bismuth, au tellure, au plomb et à l'argent, qui, comme le mercure et l'arsenic, se dissolvent dans l'acide nitrique sans le colorer, et qui, par cela même, sont distincts des autres, on les reconnaît :

Le *bismuth*, parce qu'il est cassant, très-fusible, et que sa dissolution dans l'acide nitrique est précipitée en blanc par l'eau, et en noir par l'hydrogène sulfuré.

Le *tellure*, parce qu'il est cassant, très-fusible, très-volatil; que, chauffé au chalumeau, il brûle avec une flamme bleue en donnant lieu à un oxide qui se sublime sous forme de vapeurs blanches et répand une odeur de raifort; que sa dissolution dans l'acide nitrique est pré-

cipitée en brun orangé par l'hydrogène sulfuré, et qu'elle forme, avec la potasse et la soude, un précipité qui disparaît dans un excès d'alcali.

L'argent, parce qu'il est ductile, non oxidable par l'air; que sa dissolution nitrique forme, avec l'acide hydro-chlorique, un précipité insoluble dans un excès d'acide, et très-soluble dans l'ammoniaque; qu'elle n'est point troublée par cet alcali, et que l'oxide qu'on en sépare, au moyen de la potasse et de la soude, se réduit par une chaleur bien moindre que le rouge-cerise.

Le *plomb*, parce qu'il est ductile, très-fusible; que sa dissolution nitrique a une saveur douce; qu'elle est précipitée en blanc par l'acide sulfurique et les sulfates, en noir par l'hydrogène sulfuré, et qu'évaporée elle laisse un résidu qui, calciné dans un creuset de platine, donne un oxide jaune fusible et semblable en tout à la litharge.

2057. Supposons, en quatrième lieu, que le métal soit sans action, du moins bien sensible, sur l'acide nitrique concentré et bouillant, et qu'il puisse être attaqué par l'*eau régale*, ce sera de l'osmium, ou du tungstène, ou du cérium, ou de l'or, ou du platine.

De l'*osmium*, si, chauffé avec le contact de l'air, il s'oxide, se vaporise et répand une odeur très-forte, analogue à celle du chlore; si, calciné avec un poids de nitre égal au sien dans une petite cornue, il donne lieu à un sublimé blanc, doué aussi de la même odeur que le chlore; si ce sublimé est très-caustique, très-fusible; s'il fait brûler les charbons incandescens à la manière du nitre; s'il est soluble dans l'eau; si, de plus, la dissolution, qui est d'abord incolore, devient bleue par l'infusion de noix de galle; si elle est odorante comme le sublimé même; si le zinc, l'alcool, l'éther en séparent des flocons noirâtres; enfin, si en la soumettant à la distillation, même

après l'avoir mêlée avec un acide, il passe dans les récipiens une liqueur qui possède encore ces propriétés.

Du *tungstène*, si, en le calcinant de même que le chrôme avec son poids de nitrate de potasse, il en résulte une masse en grande partie soluble dans l'eau; si la dissolution est incolore, et si l'acide hydro-chlorique y forme un précipité blanc, qui, par un excès d'acide bouillant, devienne jaune et possède toutes les propriétés de l'acide tungstique (567 *bis*).

Du *cérium*, s'il se dissout à chaud dans l'eau régale; si la dissolution, rapprochée à la chaleur de l'ébullition, et privée ainsi de la majeure partie de l'excès d'acide hydro-chlorique qu'elle devra contenir d'abord, est incolore, sucrée; si, évaporée jusqu'à siccité, elle donne un résidu déliquescent; si elle précipite en blanc par l'hydro-cyanate ferrugineux et l'hydro-sulfure de potasse; si elle n'est troublée ni par l'hydrogène sulfuré, ni par l'infusion de noix de galle; si la potasse, la soude, l'ammoniaque en séparent un oxide blanc, insoluble dans un excès d'alcali, et capable, en le calcinant dans un creuset de platine ou de terre, d'absorber l'oxigène de l'air, et de devenir d'un brun rouge; si le tartrate de potasse y forme un dépôt blanc qui, par la calcination, devienne d'un brun rouge comme l'oxide blanc lui-même; si ce dépôt ou cet oxide, passé au brun rouge, donne lieu à un dégagement de chlore et à un hydro-chlorate incolore semblable au précédent, par l'action de l'acide hydro-chlorique presque-bouillant, et si, au contraire, il produit, avec l'acide nitrique, un nitrate jaunâtre.

De l'*or*, s'il se dissout dans l'eau régale; si la dissolution est jaune; si elle est précipitée en pourpre, ou en violet, ou en brun-noirâtre par l'hydro-chlorate de protoxide d'étain; si elle n'est pas troublée par l'hydro-chlorate de deutoxide de ce métal; si le sel qu'elle contient

est réduit tout-à-coup par le proto-sulfate de fer, et si le dépôt que ce sulfate y fait naître et qui est brun-jaunâtre, prend par la calcination l'aspect de l'or mat; enfin, si l'ammoniaque en sépare une poudre jaunâtre qui, séchée et exposée sur une lame de couteau au-dessus de la flamme d'une bougie, détonne fortement.

Du *platine*, s'il se dissout dans l'eau régale; si la dissolution est d'un jaune tirant un peu sur l'orangé; si elle n'est troublée ni par le proto-sulfate de fer, ni par l'hydro-chlorate de protoxide d'étain; si, lorsqu'elle est concentrée, elle forme avec les dissolutions de sels ammoniacaux et les dissolutions de sels de potasse, des précipités jaunes, solubles dans une plus ou moins grande quantité d'eau; enfin, si le précipité formé par l'hydro-chlorate d'ammoniaque donne, en le calcinant jusqu'au rouge, un résidu composé d'une multitude de petits grains blancs et métalliques.

2057 *bis*. Supposons enfin que le métal soit inattaquable, non-seulement par l'acide nitrique concentré et bouillant, mais encore par l'*eau régale*, ce sera du chrôme, ou du titane, ou du colombium, ou du rhodium, ou de l'iridium.

Du *chrôme*, si, en le triturant et le mêlant avec son poids de nitrate de potasse, et chauffant le mélange jusqu'au rouge pendant une demi-heure, il en résulte une masse jaunâtre; si cette masse colore l'eau en jaune; si la dissolution, saturée par l'acide nitrique, précipite le nitrate d'argent en pourpre, l'acétate de plomb en jaune vif, et le nitrate acide de mercure en rouge; enfin, si, faisant rougir ce dernier précipité, on obtient un oxide vert, capable de se fondre dans le borax, et de le colorer en vert d'émeraude.

Du *titane*, s'il est d'un rouge de cuivre; si, dans sa calcination avec le contact de l'air, il prend une couleur bleue; si, en le faisant rougir avec un poids de nitre égal

au sien et lessivant le produit à grande eau, l'on obtient un résidu qui se dissolve dans l'acide hydro-chlorique ; si la dissolution, privée, par la concentration, de la plus grande partie de son excès d'acide, est d'un jaune pâle; si elle précipite en rouge-orange par l'infusion de noix de galle, en rouge-brun par l'hydro-cyanate ferrugineux de potasse, en vert-gazon foncé par l'hydro-sulfure de cette base, en blanc par les alcalis ; si elle n'est point troublée par l'hydrogène sulfuré ; si elle prend une teinte rouge avec une barre d'étain, et une teinte bleu-violacée avec une lame de zinc ; enfin, si, soumise à une évaporation plus ou moins rapide, elle se prend en une gelée insoluble en grande partie dans l'eau.

Du *colombium*, si, calciné avec le nitrate de potasse, il en résulte une masse qui, traitée par l'acide nitrique faible et bien lavée, laisse pour résidu de l'acide colombique, reconnaissable aux caractères qui ont été exposés (vol. II, pag. 142).

Du *rhodium*, s'il est cassant, blanc, infusible, même au feu alimenté par un courant de gaz oxigène; s'il n'est attaqué ni par l'acide nitrique, ni par l'eau régale la plus concentrée; s'il l'est, au contraire, comme l'iridium, lorsqu'on le calcine avec la potasse ou le nitrate de potasse, et si, après avoir lessivé le produit, l'on obtient un résidu qui se dissout dans l'acide hydro-chlorique et le colore en rouge; enfin, si la dissolution forme avec les hydro-chlorates de soude, de potasse, d'ammoniaque, des sels doubles d'un rose rouge, insolubles dans l'alcool, et facilement cristallisables.

De l'*iridium*, s'il n'est point attaqué ou s'il l'est à peine par l'eau régale, même concentrée; si, calciné avec la potasse ou le nitrate de potasse, il s'oxide et donne lieu à une masse noire, pulvérulente, qui colore l'eau en bleu; et si le résidu insoluble dans l'eau forme avec l'a-

cide hydro-chlorique un hydro-chlorate également bleu, mais qui, par le contact de l'air et l'action de la chaleur, devient successivement vert, violacé, purpurin et rouge-jaunâtre; s'il ne faut que très-peu de la dissolution de cet hydro-chlorate pour donner à celle d'hydro-chlorate de platine la propriété de précipiter en rouge briqueté par le sel ammoniac; si, convenablement rapprochée, elle laisse déposer, lorsqu'on y verse peu à peu de l'ammoniaque liquide, une grande quantité de petits cristaux brillans, d'un pourpre si foncé, qu'ils paraissent noirs; enfin, si quelques centigrammes de ces cristaux suffisent pour donner à un litre d'eau une couleur d'un rouge orangé que le proto-sulfate de fer, l'hydrogène sulfuré, le fer, le zinc, l'étain font disparaître sur-le-champ.

SECTION III.

Un mélange de Métaux étant donné, comment les reconnaître (a).

2058. Ce qu'on devra faire d'abord, ce sera, 1°. de mettre le mélange en contact avec l'eau, à la température ordinaire, pour savoir s'il contient du potassium, ou du sodium, ou du barium, ou du strontium, ou du calcium, ou du lithium. S'il en contient, il se dégagera tout-à-coup du gaz hydrogène, et la liqueur deviendra alcaline : alors on y versera un excès de sous-carbonate d'ammoniaque pour transformer en sous-carbonates les divers oxides provenant de la décomposition de l'eau; et comme les sous-carbonates de baryte, de strontiane et de chaux sont inso-

---

(a) On suppose non-seulement qu'ils ne soient que mêlés, mais qu'ils n'agissent sur les corps que comme s'ils étaient isolés, ce qui n'a pas toujours lieu.

lubles, tandis que ceux de potasse et de soude sont au contraire très-solubles, et que celui de lithine l'est aussi d'une manière très-sensible, l'on traitera la liqueur filtrée, et le précipité bien lavé, s'il s'en forme, de la manière suivante :

La liqueur sera évaporée jusqu'à siccité, et laissera pour résidu les sous-carbonates de potasse, de soude et de lithium qu'elle pourra tenir en dissolution. En calcinant une portion de ce résidu, soit seul, soit avec de la soude, sur une lame ou dans un creuset de platine, on saura s'il renferme du carbonate de lithium (516 *bis*). Pour y rechercher les sous-carbonates de potasse et de soude, on le redissoudra dans l'eau ; puis, après avoir versé la quantité convenable d'acide sulfurique dans la liqueur, on la concentrera et on la laissera refroidir : il s'en déposera du sulfate de potasse et du sulfate de soude faciles à reconnaître, pour peu qu'il y ait de potassium et de sodium dans le mélange. La dissolution saline devra être éprouvée encore par l'hydro-chlorate de platine, qui a la propriété de former des sels doubles presqu'insolubles avec tous les sels de potasse ; comme aussi il faudra observer si tout le résidu se dissout bien dans l'eau ; car le carbonate de lithium, lorsqu'il a été desséché, n'y est plus soluble que difficilement : probablement même qu'on pourrait employer ce moyen pour le séparer des deux autres sous-carbonates.

Quant au précipité, il faudra le dissoudre dans l'acide hydro-chlorique, faire évaporer la dissolution jusqu'à siccité, et traiter le résidu à plusieurs reprises par l'alcool bouillant, qui est sans action sur l'hydro-chlorate de baryte, et qui dissout très-bien les hydro-chlorates de strontiane et de chaux : après quoi l'on étendra d'eau la dissolution alcoolique ; l'on y ajoutera du sous-carbonate de potasse qui précipite tout-à-coup la strontiane et la chaux de ces hydro-chlorates à l'état de carbo-

nates (*a*) ; puis l'on dissoudra de nouveau, non plus dans l'acide hydro-chlorique, mais dans l'acide nitrique, le précipité, s'il s'en forme un ; et enfin, de nouveau aussi, l'on fera évaporer la dissolution jusqu'à siccité, afin de pouvoir traiter, comme nous venons de le dire, le résidu par l'alcool concentré et bouillant, qui n'a point d'action dissolvante sur le nitrate de strontiane, et qui en a une très-forte sur le nitrate calcaire.

2059. Lorsque l'eau sera sans action sur le mélange, on le mettra en contact avec l'acide sulfurique étendu dans une fiole munie d'un tube recourbé, et l'on élèvera la température de cet acide jusqu'à l'ébullition : le manganèse, le fer, le zinc qu'il pourra contenir se dissoudront en donnant lieu à un dégagement de gaz hydrogène, comme dans le cas précédent ; il en sera de même du cadmium, d'après M. Stromeyer, et du nickel, d'après M. Tupputi.

Le mélange contiendra :

Du *fer*, si la dissolution forme, avec l'hydro-cyanate de potasse ferrugineux, un précipité qui devienne bleu par une solution de chlore.

Du *nickel*, si, après avoir versé un excès de chlore dans la dissolution pour en suroxider le fer, elle devient bleue en y ajoutant de l'ammoniaque, et la filtrant.

Du *zinc*, si, le fer de la dissolution étant suroxidé, les carbonates de potasse, de soude, y forment un précipité en partie soluble dans la potasse ou la soude caustique ; car alors, en filtrant la liqueur et la mêlant peu à peu à un petit excès d'acide nitrique, il se déposera des flocons blancs qui disparaîtront presque tout de suite, et il en résultera un nitrate qui présentera, avec les alcalis, les

(*a*) A la vérité, par l'évaporation jusqu'à siccité, les hydro-chlorates deviennent chlorures ; mais lorsqu'on met ceux-ci en contact avec l'eau, ils redeviennent hydro-chlorates. Voilà pourquoi nous ne nous sommes servi ici que des expressions *hydro-chlorates*.

hydro-sulfures et les hydro-cyanates alcalins, tous les phénomènes que nous avons indiqués en parlant du zinc (2054).

Du *manganèse*, si, en mettant le précipité précédent en contact avec l'ammoniaque, le lavant bien, le dissolvant dans l'acide nitrique, faisant évaporer la liqueur jusqu'à siccité, exposant le résidu à une chaleur de 200 à 300 degrés, et jetant ensuite de l'eau sur la masse restante, l'on obtient une dissolution qui fournisse, par l'évaporation, un nouveau résidu capable de faire du caméléon avec la potasse (630).

Du *cadmium*, si la dissolution, traitée par un grand excès de potasse ou de soude caustique, donne lieu à un dépôt en partie soluble dans l'ammoniaque; et si la liqueur ammoniacale, étant filtrée et évaporée jusqu'à siccité, on obtient un résidu qui forme avec l'acide sulfurique, hydro-chlorique, etc., des sels que l'hydrogène sulfuré précipite en jaune; enfin, si le précipité jaune, bouilli avec l'acide nitrique, disparaît promptement et se trouve transformé en un sel qui présente les caractères distinctifs que nous avons exposés au sujet du cadmium (2054).

2060. A l'action de l'eau et de l'acide sulfurique étendu, on devra faire succéder celle de l'acide hydro-chlorique concentré et bouillant: s'il en résulte un dégagement de gaz hydrogène; si la liqueur précipite en brun ou en pourpre la dissolution d'or; si, en y versant du sous-carbonate de potasse ou de soude, on obtient un précipité qui, traité par l'acide nitrique, laisse un résidu blanc, ce sera une preuve que le mélange contiendra de l'étain.

2061. Le mélange ayant été traité successivement par l'eau, par l'acide sulfurique étendu, et par l'acide hydro-chlorique, on le traitera par l'acide nitrique bouillant: celui-ci dissoudra ou oxidera au moins l'arsenic, le mo-

lybdène, l'antimoine, le cobalt, l'urane, le bismuth, le tellure, le cuivre, le nickel, le plomb, le mercure, l'argent, le palladium, et n'attaquera pas sensiblement ou attaquera à peine le chrôme, le tungstène, le colombium, le titane, le cérium, l'osmium, le rhodium, le platine, l'or, l'iridium. Si la dissolution ne peut être troublée par l'eau, on y ajoutera une certaine quantité de ce liquide; on la filtrera et on lavera le résidu; mais si elle peut être troublée, il faudra l'étendre d'acide nitrique faible, qui n'y produira point d'altération, la filtrer comme à l'ordinaire, et laver le résidu avec cet acide affaibli.

Le résidu étant bien lavé devra être mis en contact avec l'acide hydro-chlorique et exposé à l'action de la chaleur, afin de dissoudre les métaux que l'acide nitrique n'aurait fait qu'oxigéner; savoir : l'antimoine, l'étain qui aurait pu échapper à l'action primitive de l'acide hydro-chlorique, une certaine quantité d'arséniate de bismuth qui se formerait et se précipiterait dans le cas où le bismuth et l'arsenic feraient partie du mélange, et peut-être aussi une certaine quantité de molybdate; après quoi il faudra procéder à l'examen des deux dissolutions.

Parlons d'abord de la première.

La dissolution nitrique devra être évaporée peu à peu, de manière à chasser la majeure partie de l'excès d'acide. Il serait possible qu'elle se troublât pendant le cours de l'évaporation : on en conclurait alors qu'elle contient probablement un arséniate ou un molybdate, et peut-être l'un et l'autre. Or, on s'en assurerait en séparant le dépôt, le lavant avec de l'eau ou de l'acide nitrique faible, le traitant par l'hydro-sulfure de potasse, qui donnerait lieu à un arséniate ou un molybdate soluble et à un sulfure insoluble, saturant ensuite la liqueur par un acide, la filtrant et l'éprouvant convenablement, ainsi que le sulfure qui se serait

formé. Si la liqueur contenait de l'acide molybdique, on n'aurait qu'à la concentrer fortement et y verser un peu d'acide sulfurique ; l'acide molybdique s'en précipiterait sous forme de poudre blanche : si elle contenait de l'acide arsenique, il suffirait, pour le savoir, de la faire évaporer à siccité, de mêler le résidu avec du savon desséché, et de calciner le mélange dans une petite cornue de grès : il se produirait un sublimé d'arsenic cristallisé. Quant au sulfure, il faudrait le mettre en contact avec l'eau régale : celle-ci en dissoudrait le métal qui, ne pouvant appartenir qu'à la série de ceux que nous venons de nommer, serait toujours facile à reconnaître.

Lorsqu'on aura concentré la dissolution, comme nous venons de le dire, on y recherchera successivement la présence du bismuth, du palladium, de l'argent, du plomb, du cuivre, du tellure, du mercure, du cobalt, de l'urane.

Elle contiendra :

Du *bismuth*, si, étendue d'eau, elle laisse déposer une matière blanche qui, bien lavée, soit capable de devenir noire par l'hydrogène sulfuré, de fondre par l'effet d'une chaleur rouge et de se prendre en une masse jaunâtre; enfin, de se réduire en la chauffant au chalumeau dans une cavité de charbon, et de donner un métal très-fusible et cassant.

Du *plomb*, si, après l'avoir étendue d'eau, elle forme, avec l'acide sulfurique ou les sulfates, un précipité blanc que l'hydrogène sulfuré rende noir tout-à-coup comme le précédent, et qui, chauffé avec de l'eau et du nitrate acide de baryte, donne lieu à une liqueur d'où l'on retire, par l'évaporation, des cristaux blancs, sucrés, semblables à ceux qu'on obtiendrait en traitant la litharge par l'acide nitrique.

De l'*argent*, si, après l'avoir étendue d'eau et y avoir ajouté de l'acide sulfurique, elle est troublée tout-à-coup

par l'acide hydro-chlorique, et si le précipité est blanc, floconneux, insoluble dans un excès d'acide, très-soluble, au contraire, dans l'ammoniaque.

Du *palladium*, si le proto-sulfate de fer en sépare promptement un métal blanc, brillant, formant avec l'acide nitrique une dissolution rouge, dans laquelle l'hydro-chlorate de protoxide d'étain détermine un précipité brun.

Du *cuivre*, si, lorsqu'on y plonge une lame de fer bien décapée, celle-ci se recouvre en peu de temps d'une couche métallique d'un rouge plus ou moins foncé, tellement qu'alors la lame de fer semble être une lame de cuivre.

Du *tellure*, si, après en avoir retiré le bismuth, le plomb, l'argent et le palladium, le carbonate de potasse y produit un précipité en partie soluble dans la potasse caustique; si, saturant ensuite la dissolution alcaline par un acide, il s'en dépose un oxide blanc; enfin, si cet oxide, mêlé avec du noir de fumée et de l'huile, puis calciné dans une cornue, laisse sublimer des globules métalliques blancs-bleuâtres et solides à la température ordinaire.

Du *mercure*, si, en chauffant jusqu'au rouge dans une cornue la partie du précipité de l'expérience précédente, qui résiste à l'action dissolvante de l'alcali, il se vaporise des globules métalliques liquides à la température ordinaire, ou bien encore si l'on obtient de semblables globules en calcinant les métaux avant de les traiter par l'acide nitrique.

Du *cobalt*, si, après l'avoir étendue d'eau et y avoir plongé une lame de fer pour en précipiter le bismuth, le plomb, l'argent, le palladium, le cuivre, le tellure, le mercure, on obtient une liqueur d'où l'on puisse retirer un oxide capable de former un verre bleu avec le borax: à cet effet, il faudra mêler la liqueur, d'abord avec une certaine quantité d'acide hydro-chlorique, puis avec un excès d'ammoniaque; ensuite on la filtrera et on la fera bouillir

avec de la potasse caustique : ce sera le dépôt formé par l'action de cet alcali qui, fondu avec vingt à vingt-cinq fois son poids de borax, devra le colorer en bleu.

De l'*urane*, si, en traitant par l'acide nitrique le précipité formé par l'ammoniaque dans l'expérience précédente, évaporant jusqu'à siccité la dissolution qui en résultera, versant de l'eau sur le résidu et répétant ces deux mêmes opérations plusieurs fois, on finit par avoir une liqueur jaune douée des mêmes propriétés que celle qui proviendrait de l'action de l'acide nitrique sur l'urane (2055).

Examinons maintenant la seconde dissolution (2061).

La dissolution hydro-chlorique devra être rapprochée de même que la dissolution nitrique ; et lorsqu'elle sera concentrée au point d'avoir perdu la majeure partie de son excès d'acide, il faudra y ajouter peu à peu un petit excès d'hydro-sulfure de potasse : les acides arsénique et molybdique qu'elle pourra contenir s'uniront à la potasse et resteront dissous, tandis que les oxides, quels qu'ils soient, seront précipités en combinaisons avec l'hydrogène sulfuré ou le soufre : alors, après avoir filtré la liqueur, on la traitera comme nous venons de dire (p. 68 et 69), pour y découvrir ces deux sortes d'acides métalliques. Quant au précipité, qui sera composé peut-être d'hydro-sulfure d'antimoine, d'hydro-sulfure d'étain et de sulfure de bismuth, on le fera bouillir avec l'acide hydro-chlorique concentré, qui décompose et dissout facilement ces hydro-sulfures et n'a aucune action sur le bismuth sulfuré. Si la nouvelle dissolution précipite par l'eau, c'est une preuve qu'elle contiendra de l'antimoine ; et l'on saura, par son action sur la dissolution d'or, si elle contient de l'étain.

D'ailleurs, comme le sulfure de bismuth est attaquable par l'acide nitrique, et qu'en le traitant par cet acide à l'aide de la chaleur, il en résulte un nitrate soluble, cris-

tallisable, décomposable par l'eau, et un dépôt de soufre et de sulfate; il sera toujours facile de le reconnaître.

2062. Après avoir traité le mélange des différens métaux dont on voudra reconnaître la nature, par l'eau, l'acide sulfurique faible, l'acide hydro-chlorique, l'acide nitrique, il faudra calciner le résidu avec une fois ou une fois et demie son poids de nitrate de potasse dans un creuset de platine.

Si ce résidu se compose, ce qui sera possible, de chrôme, de tungstène, de colombium, de titane, de cérium, d'osmium, de rhodium, de platine, d'or et d'iridium, voici ce qui arrivera : le chrôme, le tungstène et le colombium s'acidifieront et s'uniront à la potasse; le titane, le cérium, l'iridium et l'osmium s'oxideront : peut-être s'oxidera-t-il aussi un peu de platine.

Dans tous les cas, l'on fera chauffer la masse restante, d'abord avec de l'eau bouillante, puis avec de l'acide hydrochlorique concentré, et enfin avec de l'eau régale, en répétant cette triple opération jusqu'à ce que toute la masse soit attaquée : il en résultera trois dissolutions, l'une alcaline et les deux autres acides : c'est dans la dissolution alcaline que se rencontreront le chrôme, le tungstène, le colombium et une partie de l'osmium. On sera certain qu'elle contiendra :

De l'*osmium*, si, en y versant de l'acide nitrique, la filtrant dans le cas où elle se troublerait, et la soumettant à l'ébullition dans une cornue, il passe dans les récipiens une liqueur incolore, ayant l'odeur du chlore, possédant la propriété de devenir bleue par la noix de galle, et de laisser déposer des flocons noirs par l'action du zinc.

Du *chrôme*, si, après y avoir versé de l'acide nitrique, l'avoir filtrée pour séparer le dépôt que cet acide pourrait y former, l'avoir saturée de potasse, de soude ou d'ammoniaque, le nitrate acide de mercure y produit un précipité rouge devenant vert au grand feu.

Du *tungstène*, si les acides sulfurique, nitrique, hydro-chlorique, y forment un précipité blanc, et si ce précipité devient jaune par l'un de ces acides bouillans, ou plutôt par un mélange d'acide nitrique et d'acide hydro-chlorique.

Du *colombium*, si les acides sulfurique, nitrique, hydro-chlorique y forment un précipité blanc, comme nous venons de dire; et si, en traitant ce précipité à chaud par l'acide oxalique, faisant évaporer la liqueur jusqu'à siccité, calcinant le résidu et le traitant par l'eau, il reste une poudre blanche possédant les mêmes propriétés que celle qui provient de l'acide colombique traité de la même manière. Il serait possible cependant qu'il se précipitât avec l'acide colombique une petite quantité d'oxide d'iridium, et que cet oxide le colorât; mais il est probable qu'il suffirait, pour décomposer l'oxide, de faire bouillir la liqueur alcaline avec des lames de zinc : celui-ci ne tarderait point à le réduire sans agir sur l'acide colombique, et dès-lors l'iridium se déposerait sous forme de poudre noirâtre.

C'est dans la dissolution hydro-chlorique (2062) que se trouveront le titane, le cérium, l'iridium et le rhodium. Pour savoir si elle contient ces métaux, il faudra la concentrer, l'étendre d'eau, puis la filtrer et y plonger une lame de fer, et enfin la décanter et y verser du tartrate de potasse : l'eau en précipitera la majeure partie du titane à l'état d'oxide; le fer en réduira l'iridium et le rhodium, qui ne tarderont point à se déposer sous forme de poudre noire métallique, et le tartrate de potasse en séparera le cérium à l'état de tartrate blanc et insoluble. L'oxide de titane sera facile à reconnaître d'après les caractères qui ont été exposés (2093); il en sera de même du cérium, car en calcinant le tartrate jusqu'au rouge, l'on obtiendra un oxide de couleur d'ocre qui, chauffé avec l'acide hydro-

chlorique, donnera lieu à un dégagement de chlore et à une dissolution incolore, sucrée, etc. (2057). Quant à l'iridium et au rhodium, on parviendra à les reconnaître en les calcinant de nouveau dans un creuset de platine avec leur poids de nitrate de potasse, lessivant le produit, et traitant par l'acide hydro-chlorique bouillant le résidu, qui sera principalement composé de ces métaux oxidés. Lorsque l'acide hydro-chlorique en aura opéré la dissolution, on la concentrera; l'on y versera de l'ammoniaque de manière à n'en pas saturer entièrement l'excès d'acide, et à l'instant même il s'en séparera, sous forme de petits grains brillans, un sel noir qui sera de l'hydro-chlorate ammoniaco d'iridium; après quoi l'on fera évaporer la liqueur jusqu'à siccité, et l'on versera sur le résidu de l'eau aiguisée d'un peu d'acide hydro-chlorique : celle-ci ne dissoudra en quelque sorte que l'hydro-chlorate ammoniaco de rhodium qui est plus ou moins rouge; par conséquent, en calcinant séparément ces deux hydro-chlorates, l'on obtiendra les métaux à-peu-près purs.

C'est dans la dissolution opérée par l'eau régale qu'il faudra rechercher le platine et l'or : pour peu qu'elle contienne de platine, on parviendra à y reconnaître ce métal, en la concentrant et y versant une dissolution elle-même concentrée d'hydro-chlorate d'ammoniaque; il en résultera un précipité jaune dont on extraira le platine par la calcination (1215).

Après avoir éprouvé la dissolution par l'hydro-chlorate d'ammoniaque, il faudra l'éprouver par le proto-sulfate de fer et l'hydro-chlorate de protoxide d'étain : si elle contient de l'or, cet hydro-chlorate y produira un précipité de pourpre de Cassius, et le sel ferrugineux réduira tout-à-coup ce métal.

Dans le cas où la dissolution contiendrait un peu d'iridium, ce qui serait possible, le précipité formé par l'hydro-

chlorate d'ammoniaque serait d'un jaune orangé, à moins qu'elle ne fût pas très-concentrée.

SECTION IV.

Analyse d'un assez grand nombre d'alliages, et surtout de ceux qui sont employés dans les arts; savoir :

2063. *De mercure et d'étain, de mercure et de bismuth, de mercure et d'argent, de mercure et d'or.* — C'est en chauffant graduellement jusqu'au rouge ces différens alliages dans une petite cornue dont le col est muni d'un nouet de linge plongeant dans l'eau, qu'on détermine la proportion de leurs principes constituans : le mercure se volatilise, et vient se condenser dans le récipient, tandis que l'autre métal reste dans la cornue. Tout autre alliage formé de mercure et d'un métal fixe, ou qui ne se volatiliserait pas au-dessous de la chaleur rouge, s'analyserait de la même manière.

2064. *D'étain et de plomb.* — L'on prendra une certaine quantité d'alliage, par exemple, 10 grammes ; on les introduira dans une fiole, et l'on versera dessus 60 à 70 grammes d'acide nitrique pur à environ 30° de l'aréomètre de Baumé, puis l'on exposera le tout à une chaleur graduelle : bientôt l'acide nitrique se décomposera, et de cette décomposition résulteront du peroxide d'étain blanc et insoluble, et du nitrate de plomb soluble. Lorsque l'on n'apercevra plus de parcelles métalliques, et que la liqueur étant très-acide et bouillante, il ne se dégagera plus de gaz, il faudra la faire évaporer presque à siccité, l'étendre d'eau, la jeter sur un filtre et laver le résidu jusqu'à ce que l'eau de lavage ne rougisse plus le tournesol ou ne noircisse plus par l'hydrogène sulfuré ; faisant alors sécher ce résidu, qui ne sera composé que de peroxide d'étain, le calci-

nant jusqu'au rouge, le pesant, et en retranchant la quantité d'oxigène qu'il contient, c'est-à-dire, 27,2 sur 127,2, l'on aura la quantité d'étain de l'alliage. L'on réunira ensuite toutes les eaux de lavage à la liqueur filtrée et l'on y ajoutera un excès de sulfate de potasse ou de soude : tout l'oxide de plomb se précipitera uni à l'acide sulfurique, de sorte que, pour connaître la quantité du plomb, il n'y aura plus qu'à recueillir le précipité, le laver, le sécher, le peser, et observer que, dans le sulfate de plomb, l'acide est à l'oxide comme 100 est à 278,89, et que, dans l'oxide, l'oxigène est au plomb comme 7,725 est à 100, ou bien que 100 de sulfate de plomb contiennent 68,33 de plomb.

2064 *bis*. *De la soudure des plombiers.* — La soudure des plombiers étant formée de 2 parties de plomb et d'une partie d'étain, l'analyse s'en fait comme la précédente. Ce ne serait qu'autant que ces métaux renfermeraient une petite quantité de cuivre, ce qui arrive souvent, qu'il faudrait faire une opération de plus. Alors on verserait du sous-carbonate de soude ou de potasse dans la liqueur d'où le plomb aurait été séparé : le cuivre s'en précipiterait tout-à-coup à l'état de sous-carbonate ; calcinant ensuite jusqu'au rouge ce sel lavé et desséché, on en dégagerait l'acide carbonique, et du poids de l'oxide l'on conclurait celui du métal.

2065. *D'étain et de cuivre.* — Pour peu qu'on réfléchisse sur les propriétés de l'étain et du cuivre, il est facile de voir que l'analyse de cet alliage doit se faire en partie comme celle de l'étain et du plomb (2064) : seulement, au lieu de sulfate de potasse ou de soude, il faut verser dans la liqueur filtrée un excès de dissolution d'hydrate de potasse ou de soude, laver, par décantation, le précipité d'hydrate de deutoxide de cuivre que l'on obtiendra, jusqu'à ce que les eaux de lavage ne soient plus troublées par le nitrate de baryte, faire sécher ce précipité, et même le faire rougir,

pour le transformer en deutoxide de cuivre pur, le peser et conclure de son poids la quantité de cuivre de l'alliage (*a*).

2065 *bis*. *Du métal des bouches à feu.* — Les bouches à feu sont composées généralement de 89 parties de cuivre et de 11 parties d'étain : par conséquent, c'est au moyen de l'acide nitrique que l'on doit en séparer les principes constituans (2065).

Cependant, comme il pourrait arriver que l'alliage contînt un peu de fer et même quelques traces de plomb, il faut toujours y rechercher ces métaux. Tous deux se dissoudront dans l'acide nitrique en même temps que le cuivre. L'on concentrera d'abord la liqueur pour en chasser la plus grande partie de l'excès d'acide, puis on l'étendra d'eau, et on y versera du sulfate de soude ou de potasse, qui en précipitera tout-à-coup le plomb à l'état de sulfate et sous forme de poudre blanche. Lorsqu'on aura filtré de nouveau la liqueur et qu'on y aura réuni les eaux de lavage, on y ajoutera un excès d'ammoniaque, qui retiendra en dissolution l'oxide de cuivre, et séparera l'oxide de fer en flocons d'un brun rougeâtre. Après avoir séparé ces flocons par le filtre, il n'y aura plus qu'à mêler encore les eaux de lavage aux liqueurs, à y ajouter un excès de potasse, faire évaporer le mélange jusqu'à siccité pour chasser l'ammoniaque, verser de l'eau sur le résidu, faire chauffer le tout et recueillir la matière qui ne se dissoudra point : cette matière sera l'oxide de cuivre, qui, lavé, séché et calciné, donnera par son poids la quantité de cuivre. Du poids du tritoxide de fer, l'on conclura aussi

(*a*) On prétend que le deutoxide de cuivre précipité par l'hydrate de potasse retient toujours une très-petite quantité d'alcali. S'il en était ainsi, on pourrait peut-être se servir, avec plus d'avantage, du sous-carbonate de potasse ou de soude pour opérer la précipitation, et calciner le carbonate cuivreux pour le ramener à l'état de deutoxide. Cette observation s'appliquera à plusieurs des analyses suivantes.

celui du fer, de même que des poids de l'oxide d'étain et du sulfate de plomb, l'on conclura ceux du plomb et de l'étain.

Du tam-tam, des cymbales. Ces instrumens ne diffèrent de l'alliage des bouches à feu que par la proportion des principes constituans ; d'où il suit que la manière de les analyser doit être la même. Tous sont composés de 78 à 80 parties de cuivre et de 22 à 20 parties d'étain *Voyez* comment M. d'Arcet est parvenu à les faire (1er vol., p. 504).

Du métal de cloche. C'est encore l'étain et le cuivre qui servent de base à l'alliage des cloches. La quantité de l'un est à la quantité de l'autre à-peu-près dans le même rapport que dans le tam-tam et dans les cymbales. Mais comme il arrive souvent que les cloches contiennent en outre un peu de zinc, de plomb et de fer, l'analyse en est assez compliquée. L'on pourra traiter l'alliage absolument comme celui des bouches à feu : seulement, lorsqu'après avoir ajouté de la potasse caustique à la liqueur et l'avoir fait évaporer jusqu'à siccité pour en chasser l'ammoniaque, l'on aura versé de l'eau sur le résidu, il faudra faire bouillir celle-ci : par ce moyen l'on redissoudra, à la faveur de l'excès d'alcali, tout l'oxide de zinc, que l'on séparera ensuite comme il est dit (2067).

2066. *De plomb et d'antimoine.* — Cette analyse se fait absolument comme celle de l'alliage d'étain et de plomb (2064), si ce n'est que la matière insoluble dans l'acide nitrique étant alors l'antimoine à l'état de deutoxide, il faudra en retrancher 26,07 sur 126,07 pour avoir le poids de ce métal (538).

2066 *bis.* *D'étain et d'antimoine.* — Il semble d'abord que le meilleur procédé que l'on puisse employer pour analyser cet alliage consiste à le dissoudre dans l'eau régale, à concentrer la dissolution et à en précipiter l'oxide d'antimoine par l'eau; mais ce procédé n'est point praticable, parce que cet oxide entraîne avec lui, à l'état de combinai-

son, une grande quantité d'oxide d'étain. (*Ann. de Chim.*, tom. LV, p. 276.)

M. Chaudet conseille, avec raison, de fondre l'alliage avec assez d'étain pur pour que la quantité de celui-ci soit à celle de l'antimoine comme 20 à 1; de le réduire, au moyen du laminoir, en une lame très-mince, de le couper et de le traiter à chaud dans un matras par un excès d'acide hydro-chlorique. Celui-ci dissout peu à peu tout l'étain et laisse l'antimoine en poudre, et tellement divisé qu'il nage en partie dans la liqueur : l'ébullition doit être soutenue pendant près de deux heures; après quoi l'on étend la liqueur d'eau, on la filtre, etc. (*Ann. de Chim.*, t. III, p. 376.)

M. Chaudet est aussi parvenu, par un procédé semblable, à faire l'analyse d'un alliage de bismuth et d'étain; mais les proportions des principes constituans de cet alliage peuvent être facilement et plus promptement déterminées par l'acide nitrique, qui ne dissout point l'étain, et qui dissout au contraire très-bien le bismuth.

2066 *ter. Des caractères d'imprimerie.* — Les caractères d'imprimerie résultent de la combinaison de 4 parties de plomb, de 1 partie d'antimoine et d'une très-petite quantité de cuivre. Il suit de là qu'après avoir séparé l'antimoine par l'acide nitrique, comme nous venons de le dire (2066), il faut traiter la liqueur de même que celle que l'on obtient dans l'analyse de la soudure des plombiers.

2067. *De zinc et de cuivre.* — Faites dissoudre 10 à 12 grammes d'alliage, à l'aide d'une douce chaleur, dans l'acide nitrique faible; étendez la dissolution d'un peu d'eau; versez-y un assez grand excès d'hydrate de potasse ou de soude; faites-la bouillir pendant un quart-d'heure, et lavez le résidu, par décantation, jusqu'à ce que les eaux de lavage ne verdissent plus le sirop de violettes : vous obtiendrez ainsi le zinc oxidé en dissolution dans la liqueur, et le cuivre à l'état de deutoxide pour résidu. Il suffira de

sécher, de calciner, de peser ce résidu et d'en retrancher 20 sur 100 pour avoir la quantité de cuivre de l'alliage ; mais il sera nécessaire de faire un plus grand nombre d'opérations pour avoir la quantité de zinc. En effet, après avoir réuni les eaux à la liqueur même, on y ajoutera d'abord un petit excès d'acide hydro-chlorique ou sulfurique, qui transformera la potasse et l'oxide de zinc en sulfates ou hydro-chlorates, puis du sous-carbonate de potasse ou de soude qui en précipitera tout l'oxide de zinc uni à l'acide carbonique; lavant alors ce carbonate, le séchant et le faisant rougir, on le décomposera, et l'on n'aura plus que de l'oxide, dont on déduira facilement la quantité de zinc de l'alliage, puisque cet oxide est formé de 100 de zinc et de 24,797 d'oxigène.

2067 *bis*. *Analyse du laiton*. — Tantôt le laiton est formé de zinc et de cuivre, et tantôt il contient en outre 0,02 à 0,03 de plomb (256). Dans le premier cas, il faut déterminer la quantité des deux métaux, comme nous venons de le dire; dans le deuxième, il faut toujours dissoudre l'alliage dans l'acide nitrique; après quoi l'on rapproche la dissolution pour en chasser la majeure partie de l'excès d'acide; l'on ajoute du sulfate de potasse ou de soude qui en précipite le plomb à l'état de sulfate et sous forme de poudre blanche, et l'on traite d'ailleurs la liqueur filtrée, qui ne contient plus que du zinc et du cuivre, par la potasse caustique, etc. (2067).

2068. *D'argent et d'or*. — L'argent étant soluble dans l'acide nitrique, et l'or n'y étant pas soluble, il faudra laminer cet alliage, et le traiter par l'acide nitrique de même que le précédent, mais à plusieurs reprises, ou plutôt jusqu'à ce qu'il ne se dégage plus de deutoxide d'azote : le résidu, bien lavé et calciné au rouge, donnera la quantité d'or, et l'on conclura celle de l'argent de la quantité de chlorure qu'on obtiendra en versant de l'acide

hydro-chlorique dans la liqueur, lavant le précipité, le faisant sécher et le pesant : 100 parties de précipité représenteront 75,44 d'argent.

Cependant, si la quantité d'argent était très-petite, l'acide nitrique ne le dissoudrait qu'en partie ; il faudrait alors combiner l'alliage avec une telle quantité d'argent que celui-ci fît au moins les trois quarts de la masse : on tiendrait compte de cette addition à la fin de l'opération, ainsi que nous allons dire tout-à-l'heure (2081).

2069. *D'argent et de cuivre.* — C'est encore l'acide nitrique qu'il faut employer pour analyser cet alliage, du moins par la voie humide (*a*). La dissolution de l'alliage dans cet acide étant faite et étendue d'eau, l'on y versera peu à peu de l'acide hydro-chlorique, qui en précipitera tout l'argent à l'état de chlorure ; après quoi l'on filtrera la liqueur et on lavera le précipité jusqu'à ce que les eaux de lavage cessent de devenir bleues par l'ammoniaque ; puis l'on réunira les eaux à la liqueur filtrée, et l'on y ajoutera un excès de dissolution d'hydrate de potasse ou de soude qui en séparera tout le cuivre à l'état de deutoxide : ce deutoxide, bien lavé, séché et calciné, donnera la quantité de cuivre, de même que le chlorure d'argent donnera la quantité d'argent (549, 2068).

2070. *D'argent, de cuivre et d'or.* — C'est également par l'acide nitrique qu'il faut traiter cet alliage : l'argent et le cuivre se dissoudront, et l'or restera intact ; on appréciera le poids de celui-ci comme dans l'article (2068), et l'on déterminera la quantité d'argent et de cuivre contenue dans la dissolution, comme nous venons de le dire (2069).

L'on voit donc que cette analyse participe des deux pré-

(*a*) Il est une autre méthode d'analyse pour cet alliage : c'est celle de la coupellation (2077). L'on ne se sert même que de cette méthode pour déterminer le titre de toutes les monnaies et de tous les ustensiles d'argent.

cédentes, et que, par conséquent, si l'alliage contenait trop peu d'argent ou de cuivre, il faudrait, pour le rendre plus attaquable par l'acide, le combiner avec une certaine quantité de l'un de ces métaux, et de préférence avec l'argent, parce que ce métal n'étant point oxidable, on tiendrait plus facilement compte de ce qu'on ajouterait (*a*).

2071. *De bismuth, d'étain et de plomb.* — Que l'on se rappelle que l'acide nitrique ne fait qu'oxider l'étain, mais qu'il oxide et dissout le bismuth et le plomb; que l'eau précipite l'oxide du nitrate de bismuth, et qu'elle ne trouble point le nitrate de plomb; enfin, que le sulfate de potasse décompose le nitrate de plomb, et qu'il résulte de cette décomposition du nitrate de potasse soluble et un sulfate insoluble contenant 68,33 pour 100 de plomb, et l'on verra qu'on parviendra facilement à faire l'analyse de l'alliage d'étain, de bismuth et de plomb, de la manière suivante :

1°. L'alliage sera traité à chaud par un excès d'acide nitrique à environ 30°, jusqu'à ce qu'on n'aperçoive plus de parcelles métalliques, ou mieux qu'il ne se dégage plus de gaz; puis l'on évaporera la liqueur presque entièrement, et l'on versera de l'eau à plusieurs reprises sur la masse restante pour la laver : par ce moyen, l'on dissoudra tout le plomb à l'état de nitrate, et l'on obtiendra un résidu blanc contenant l'étain et le bismuth oxidés : faisant chauffer alors ce résidu avec une nouvelle quantité d'acide nitrique, on redissoudra tout l'oxide de bismuth; mais, pour séparer, sans la décomposer, la portion du nitrate de bismuth qui pourrait être adhérente à l'oxide d'étain, il faudra avoir le soin de laver celui-ci avec de l'acide nitrique faible.

(*a*) L'on peut aussi déterminer la quantité de cuivre de cet alliage par la coupellation (2083); mais ce n'est que par l'acide nitrique qu'on peut séparer avec exactitude l'argent de l'or.

Ces opérations faites, l'analyse sera presque achevée. En effet il suffira de sécher, de calciner, et de peser l'oxide d'étain, pour connaître la quantité d'étain; d'évaporer la dissolution de nitrate de bismuth jusqu'à siccité, de décomposer ce nitrate par le feu dans un creuset de platine, et de peser l'oxide qui en proviendra, pour savoir combien il y a de bismuth; enfin, de verser du sulfate de potasse dans la dissolution de nitrate de plomb, de recueillir, laver, sécher et peser le sulfate de plomb qui se précipitera: 127,2 d'oxide d'étain contiennent 100 d'étain; 111,275 d'oxide de bismuth contiennent 100 de bismuth, et 100 de sulfate de plomb, 68,33 de plomb.

2072. *D'étain, de plomb, de cuivre et d'argent* (*a*). Que l'on traite ce mélange à chaud par un excès d'acide nitrique de 25 à 30°; que l'on évapore la liqueur presque jusqu'à siccité, et que l'on verse de l'eau sur le résidu, il en résultera une dissolution de nitrates d'argent, de plomb, de cuivre, et un dépôt de peroxide d'étain: celui-ci, bien lavé et séché, donnera par son poids la quantité d'étain du mélange. Quant aux quantités d'argent, de plomb et de cuivre, on les déterminera en versant dans la dissolution, d'abord, de l'acide hydro-chlorique, puis du sulfate de potasse ou de soude, et enfin de l'hydrate de potasse. L'acide hydro-chlorique précipitera l'oxide d'argent; l'acide sulfurique du sulfate alcalin précipitera l'oxide de plomb, et l'hydrate de potasse l'oxide de cuivre. L'on obtiendra donc ainsi du chlorure d'argent, du sulfate de plomb et du deutoxide de cuivre, dont il

(*a*) Nous nous contenterons d'indiquer la marche générale que l'on doit suivre dans cette analyse, ainsi que dans les suivantes. Il ne sera question ni des lavages, ni des filtrations, ni des dessiccations, ni de toutes les autres opérations que l'on pratique en analysant ces divers composés. Le lecteur doit être maintenant au courant de tous ces détails analytiques, d'autant plus qu'ils ont été exposés (2018 et suiv.).

suffira de prendre les poids pour connaître ceux d'argent, de plomb et de cuivre. (*Voyez* l'analyse de l'alliage d'étain et de plomb, celle de l'alliage d'or et d'argent, et celle de l'alliage de zinc et de cuivre, pour l'estimation des quantités de plomb, de cuivre et d'argent (2064, 2068, 2067).

2073. *D'étain, de plomb, d'argent, de cuivre et de zinc.* — L'on déterminera les quantités des quatre premiers métaux, comme dans l'analyse précédente, et l'on séparera, par la potasse, comme dans celle du laiton (2067 *bis*), les deux autres, qui resteront tous deux en dissolution dans l'acide nitrique; l'alcali les précipitera à l'état d'oxide, redissoudra le premier et laissera l'oxide de cuivre intact.

2074. *D'étain, de plomb, d'argent, de cuivre, de zinc et de manganèse.* — En suivant toujours le même mode d'analyse, l'étain, le plomb, l'argent et le zinc se trouveront isolés; mais le cuivre et le manganèse resteront mêlés. Or, comme ils seront oxidés, et que l'ammoniaque dissout très-bien l'oxide de cuivre, et n'a aucune action sur l'oxide de manganèse, il sera facile de les séparer; d'ailleurs, par l'évaporation, on chassera toute l'ammoniaque, et l'on obtiendra du deutoxide de cuivre pur. L'on conclura la quantité du cuivre du poids de ce deutoxide, et celle du manganèse de la quantité de son oxide, qu'on supposera être à l'état de tritoxide.

2075. *D'étain, de plomb, d'argent, de cuivre, de zinc, de manganèse, d'or et de platine* (*a*). — Traitez encore ce mélange comme le précédent, vous séparerez le plomb, l'argent, le cuivre, le zinc et le manganèse,

---

(*a*) Nous supposons ici que le platine n'est pas attaqué par l'acide nitrique; mais il serait possible qu'il le fût, car l'on sait que quand il est allié à l'or et à l'argent, il se dissout dans cet acide.

Voir (2083 *ter*) un autre procédé que celui que nous donnons ici pour séparer l'or du platine.

et vous obtiendrez un résidu composé de peroxide d'étain, d'or et de platine. Mettez ensuite ce résidu en contact avec l'acide hydro-chlorique, vous dissoudrez l'oxide d'étain, qu'il vous sera facile de précipiter par l'ammoniaque; et il ne vous restera plus que de l'or et du platine que vous convertirez en hydro-chlorates par l'eau régale. Versant alors du proto-sulfate de fer dans la dissolution de ces deux métaux, vous en réduirez l'or, qui se déposera peu à peu; puis faisant passer de l'hydrogène sulfuré à travers cette dissolution ainsi privée d'or, vous unirez le platine au soufre; enfin, calcinant avec le contact de l'air le sulfure de platine qui apparaîtra sous forme de flocons noirs, vous extrairez le platine.

2076. *D'étain, de plomb, d'argent, de cuivre, de zinc, de manganèse, d'or, de platine, de fer* (*a*). — Si l'on sépare le plomb, l'argent, le cuivre, le zinc, comme il vient d'être dit, le fer, à l'état de tritoxide, se trouvera mêlé, partie avec l'oxide de manganèse, partie avec l'oxide d'étain, l'or et le platine : il ne sagira donc, pour terminer l'opération, que d'analyser les deux résidus qui en résulteront. En faisant bouillir le dernier, d'abord avec de la potasse, puis avec de l'acide hydro-chlorique, l'on dissoudra l'oxide d'étain et l'oxide de fer; de la dissolution alcaline, l'on précipitera l'oxide d'étain par l'acide nitrique; et de la dissolution hydro-chlorique, l'on précipitera l'oxide de fer par l'ammoniaque; l'or et le platine restant seront traités comme dans l'analyse précédente. Quant à l'oxide de fer et à l'oxide de manganèse, on les séparera par l'un des trois procédés que nous allons exposer.

Le premier consiste à dissoudre ces oxides dans l'acide sulfurique, à étendre la dissolution d'eau et à y verser peu à peu de la potasse faible : on obtiendra ainsi un

---

(*a*) *Voyez* la note précédente.

précipité rougeâtre de sous-sulfate de fer, et un précipité d'un blanc jaunâtre d'oxide de manganèse ; mais celui-ci ne se fera qu'en dernier lieu et qu'assez long-temps après l'autre : il sera donc facile de reconnaître l'époque à laquelle il faudra filtrer la liqueur pour recueillir le sous-sulfate : ce sera lorsqu'après s'être troublée par la potasse, elle cessera de se troubler par de petites quantités de cet alcali, et qu'elle se troublera au contraire par des quantités d'alcali plus grandes. Le sous-sulfate devra être calciné pour en chasser l'acide sulfurique, et l'oxide de fer être réuni à celui qui était mêlé avec l'oxide d'étain : par ce moyen, l'on aura tout l'oxide de fer, et l'on connaîtra, par conséquent, la quantité de ce métal : le poids de l'oxide de manganèse donnera également celui de manganèse.

Le second procédé est fondé sur la propriété qu'a le nitrate de fer de se décomposer facilement par l'évaporation, et sur celle qu'a le nitrate de manganèse de ne point éprouver d'altération par ce moyen. En effet, si l'on dissout de l'oxide de manganèse et de l'oxide de fer dans l'acide nitrique; que l'on fasse évaporer la dissolution jusqu'à parfaite siccité; que surtout l'on calcine un peu le résidu, qu'on le traite ensuite par l'eau, et qu'on jette le tout sur un filtre, l'oxide de fer restera sur celui-ci, tandis que l'oxide de manganèse uni à l'acide nitrique passera à travers avec la liqueur, d'où on le séparera par la potasse.

Quant au troisième procédé, il repose sur ce que le succinate de potasse précipite complètement le fer de ses dissolutions et qu'il ne trouble point celles de manganèse. Il faudra donc dissoudre les deux oxides dans l'acide sulfurique étendu ou dans l'acide hydro-chlorique, faire en sorte que la dissolution contienne le moins d'excès d'acide possible, ajouter ensuite assez de succinate de potasse pour précipiter tout l'oxide de fer, filtrer la liqueur

et y verser de la potasse caustique qui en séparera l'oxide de manganèse. Le succinate de fer sera transformé en oxide par la calcination, et du poids des deux oxides l'on conclura comme à l'ordinaire celui des deux métaux.

SECTION V.

Analyse de quelques alliages par la coupellation.

2077. Les coupelles sont de petites coupes très-poreuses, qui se font en comprimant, dans un moule, des os calcinés, broyés et lavés. Il y en a du poids de 12 grammes et demi, et d'autres du poids de 17 grammes. On n'emploie presque toujours que les premières. Toutes laissent écouler les oxides fondus, comme un tamis très-serré, et sont au contraire imperméables aux métaux; de sorte que ceux-ci restent à leur surface, tandis que ceux-là passent à travers leurs parois; phénomène qui provient, à n'en pas douter, de ce que les oxides peuvent mouiller la matière de la coupelle, et de ce que les métaux ne peuvent contracter aucune adhérence avec elle. Aussi voit-on les métaux à l'état liquide conserver dans la coupelle une forme demi-sphérique, comme le mercure dans un verre, et les oxides en fusion s'étendre sur ses parois, et bientôt les pénétrer à la manière de l'eau. Une coupelle, en un mot, peut être regardée, jusqu'à un certain point, comme un véritable filtre perméable seulement à quelques liquides.

Si donc l'on met dans une coupelle deux métaux, l'un inaltérable par l'air, et l'autre capable de s'oxider et de donner lieu à un oxide très-fusible, il est évident qu'en les exposant à une chaleur convenable, on parviendra à en faire la séparation. On y parviendrait encore quand bien même l'oxide serait infusible, pourvu qu'il se trouvât en contact avec un autre oxide qui le rendît fusible. Il faut toute-

fois que, dans l'un et l'autre cas, le métal inaltérable ne soit point volatil ; il faut même qu'il puisse se fondre et former culot au degré de chaleur que l'on emploie; sans cela il resterait disséminé, adhérant à la portion d'oxide dont la surface de la coupelle serait imprégnée, et ne pourrait être recueilli complètement.

C'est en effet de cette manière qu'on procède à ce genre d'analyse. L'opération s'exécute toujours en plaçant les métaux dans la coupelle bien sèche, et mettant celle-ci, pendant un certain temps, dans la moufle du fourneau de coupelle, où la température ne s'élève pas au-delà de 35° du pyromètre de Wedgwood.

D'après cela, l'on peut donc dire que l'analyse par la coupelle est une opération qui a pour objet de séparer les métaux inaltérables par l'air, fusibles et non volatils à la température de 35°, de ceux qui sont oxidables par ce fluide, et dont les oxides entrent facilement en fusion, soit seuls, soit en s'unissant à d'autres oxides.

Or, comme il n'existe que l'or et l'argent qui réunissent les trois propriétés d'inaltérabilité, de fusibilité et de fixité, à la température précédente, il s'ensuit que, par eux-mêmes, ils peuvent seuls être séparés exactement des métaux qui donnent lieu à des oxides fusibles ou capables de le devenir par leur union avec d'autres (*a*).

2078. Lorsque ce dernier cas a lieu, ce qui arrive souvent, on y satisfait toujours en mettant une certaine quantité de plomb dans la coupelle avec l'alliage : le plomb facilite d'abord la fusion des métaux qui constituent l'alliage, puis il s'oxide, ainsi que ceux qui sont unis à l'or et à l'argent, les liquéfie et les entraîne à travers la coupelle.

Citons maintenant les principaux exemples.

(*a*) Le platine, et probablement d'autres métaux de la dernière section, pourraient être aussi passés à la coupelle; mais il faudrait les combiner avec assez d'argent et d'or pour les rendre fusibles.

2079. *Analyse d'un alliage de plomb et d'argent.* — L'on introduit la coupelle dans la moufle, et lorsque le fourneau est assez chaud pour que le fond de celle-ci soit à près de 24° du pyromètre de Wedgwood, on met l'alliage dans la coupelle (*a*). Bientôt il entre en fusion, se recouvre d'une couche d'oxide de plomb, s'aplatit, laisse exhaler des fumées, et prend un mouvement assez considérable qui, renouvelant la surface de la matière, en favorise l'oxidation. Tout le plomb passe ainsi à l'état d'oxide, et tout l'oxide, à mesure qu'il se forme, fond et est absorbé par la coupelle, à l'exception d'une très-petite partie qui se volatilise et produit les fumées dont nous venons de parler. En même temps que ces phénomènes ont lieu, il s'en présente d'autres non moins importans pour la conduite de l'essai. L'alliage diminue de volume, et laisse sur le bassin de la coupelle une trace ou une empreinte circulaire d'un rouge brun; sa surface, qui était d'abord sensiblement plane, devient de plus en plus convexe, et offre des points brillans qui vont continuellement en augmentant. A cette époque, le plomb est presque entièrement absorbé, et l'on doit ramener la coupelle sur le devant de la moufle. Là, en très-peu de temps, les points brillans disparaissent; l'alliage présente toutes les couleurs de l'iris; il perd un instant son éclat, et redevient tout-à-coup brillant par un mouvement instantané qu'on appelle *éclair, fulguration* : c'est à ce dernier signe qu'on reconnaît que l'opération est terminée. Alors il faut rapprocher de l'ouverture de la moufle la porte qui en avait été un peu éloignée, et attendre que l'argent soit complètement solidifié pour retirer la coupelle. Lorsqu'elle est refroidie, on saisit le bouton d'argent avec une pince; on brosse la partie inférieure de ce bouton pour

---

(*a*) La moufle, à ce degré de chaleur, paraît d'un rouge blanc : c'est ordinairement vers le tiers de la profondeur qu'on place la coupelle.

enlever les portions de matière terreuse qui pourraient y adhérer, et on le pèse. Son poids, retranché de celui de l'alliage, donne le poids du plomb.

Il est bien essentiel de ne point retirer la coupelle du fourneau immédiatement après l'éclair, parce que l'argent, se refroidissant trop promptement, il serait possible qu'il *végétât ou rochât*, c'est-à-dire, qu'au moment où la couche extérieure de l'essai se solidifierait, elle éprouvât un retrait assez grand pour qu'une petite partie du métal intérieur, encore liquide, formât une sorte d'herborisation à la surface du bouton, et fût projetée non-seulement dans la coupelle, mais au dehors. Au reste, l'essai ne pourra être regardé comme bon qu'autant qu'il sera bien arrondi, brillant, cristallisé en dessus, d'un blanc mat et grenu en dessous, et qu'il se détachera bien du bassin de la coupelle. Si sa surface était terne et aplatie, on en conclurait qu'il *aurait eu trop chaud*, ou que la chaleur aurait été assez forte pour volatiliser un peu d'argent. Si sa surface était brillante dans plusieurs points, et présentait çà et là des espèces de cristaux d'un blanc mat; si, de plus, il offrait de petites cavités en-dessous, qu'il adhérât assez fortement à la coupelle; enfin, s'il restait des écailles jaunâtres dans la coupelle, on en conclurait qu'il *aurait eu trop froid* et qu'il retiendrait du plomb : dans tous les cas, il faudrait recommencer l'essai jusqu'à ce qu'il fût tel que nous venons de dire d'abord.

2080. *Analyse d'un alliage de cuivre et d'argent.* — Le cuivre ne formant pas un oxide très-fusible, il faudra, d'après ce que nous avons dit (2078), employer une certaine quantité de plomb pour faire cette analyse. Supposons que l'alliage à analyser soit celui des monnaies de France, qui est formé de 9 parties d'argent et de 1 de cuivre : on mettra 7 grammes de plomb dans la coupelle disposée comme précédemment, et élevée à la même

température (2079); et lorsque le plomb sera fondu et découvert, on y ajoutera, avec des pincettes, un gramme d'alliage enveloppé dans du papier (*a*). Les trois métaux s'uniront presque à l'instant, et formeront un bain qui présentera les mêmes phénomènes que celui de plomb et d'argent (2079). Ainsi, dès que l'éclair aura paru, on sera certain que tout le plomb et le cuivre seront absorbés par la coupelle : de sorte qu'il ne s'agira plus que de peser le bouton ou petit culot d'argent pour connaître la proportion d'argent et de cuivre qui constituent l'alliage.

Si l'alliage, au lieu de contenir un dixième de cuivre, en contenait une plus ou moins grande quantité, il faudrait employer plus ou moins de 7 parties de plomb : par exemple, pour essayer l'argent de vaisselle, qui est au titre de 0,950, on n'emploie que 3 parties de plomb; tandis que, pour essayer l'argent du second titre, qui est à 0,800, on en emploie 10 parties, et que, pour essayer la monnaie de billon, qui est au titre de 0,200, l'on en emploie 16 à 17 parties (*b*).

L'on trouvera au reste tout ce qu'il est possible de desirer à cet égard dans la table suivante, qui est due à M. d'Arcet. (*Ann. de Chimie et de Physique*, tom. 1, pag. 75.)

(*a*) On dit que le plomb se découvre, lorsque la couche d'oxide qui se forme d'abord et qui est terne vient à se fondre.

(*b*) Pour faire ce dernier essai, il ne faut opérer que sur un demi-gramme, à moins qu'on n'emploie de grandes coupelles.

TITRES DE L'ARGENT.	QUANTITÉS de cuivre allié à l'argent, suivant les titres correspondans.	DOSES de plomb nécessaires pour l'affinage complet de l'argent, le poids de celui-ci étant un.	RAPPORT qui existe dans le bain entre le plomb et le cuivre.
millièmes.			
Argent à 1000	0	$\frac{3}{10}$	
950	50	3	60... à 1
900	100	7	70... à 1
800	200	10	50... à 1
700	300	12	40... à 1
600	400	14	35... à 1
500	500	de 16 à 17	32... à 1
400	600	de 16 à 17	26,666 à 1
300	700	de 16 à 17	22,857 à 1
200	800	de 16 à 17	20... à 1
100	900	de 16 à 17	17,777 à 1
Cuivre pur.	1000	de 16 à 17	16... à 1

Cette table suppose que l'on connaît le titre de l'argent à essayer; mais lorsqu'on ne le connaît pas, on le détermine approximativement, en passant à la coupelle 0,1 de gramme de cet argent avec un gramme de plomb.

2081. *Détermination de la quantité d'or contenue dans les lingots, pièces, vases et ustensiles d'or.* — Si ces objets n'étaient composés que d'or et de cuivre (*a*), on pourrait se contenter de les passer à la coupelle avec du plomb, comme les alliages d'argent et de cuivre (2080); mais comme on doit toujours y supposer de l'argent, et qu'ils

(*a*) Parmi ces objets, il n'y a que ceux qui sont faits avec l'or affiné, ou dont on a séparé l'argent par les acides, qui ne contiennent point un peu de ce dernier métal.

n'en contiennent jamais que très-peu, il faut les combiner avec une certaine quantité de ce métal en même temps qu'on les coupelle, et traiter ensuite l'essai par l'acide nitrique, opérations qui prennent, la première, le nom d'*inquartation (a)*, et la dernière, le nom de *départ*. Par ce moyen, l'on parvient à dissoudre et l'argent qu'on a ajouté et celui qui fait partie de l'alliage, tandis qu'autrement l'argent de l'alliage étant enveloppé d'or, il n'y aurait tout au plus que celui de la surface qui se dissoudrait. Dans tous les cas, l'or reste intact. Prenons pour exemple la monnaie d'or de France, qui, sur 1000 parties, doit contenir de 898 à 902 d'or, ou 900, terme moyen.

Lorsque la coupelle est à 30° ou 32° du pyromètre de Wedgwood, l'on y met 7 grammes de plomb pur, et lorsque le plomb est découvert, l'on y ajoute un demi-gramme d'or et $1^{\text{gram.}}$,35 d'argent fin, enveloppés tous deux dans le même cornet de papier. Tous les phénomènes que nous avons décrits précédemment s'observent encore ici, et l'on reconnaît aux mêmes signes que l'opération est terminée (2079). Il faut donc la conduire comme celle de la coupellation de l'argent : seulement, comme l'essai n'est point sujet à rocher, l'on peut se dispenser, au moment où il est près de passer, de rapprocher la coupelle de l'ouverture de la moufle (*b*).

La coupellation étant faite, et l'essai brossé par-dessous avec la gratte-brosse, il doit être aplati sur une enclume avec un marteau, puis recuit ou chauffé jusqu'au rouge pour qu'il ne se gerce pas en passant au laminoir, laminé de manière à obtenir une lame d'un sixième de ligne d'é-

(*a*) Ce nom provient de ce que l'inquartation se fait ordinairement avec 3 parties d'argent et 1 partie d'or, supposé fin.

(*b*) L'or fin est le seul qui roche quelquefois.

paisseur, recuit de nouveau, et roulé sur lui-même en forme de cornet : après quoi il est introduit avec 70 à 72 grammes d'acide nitrique pur à 22° de l'aréomètre de Baumé, dans un petit matras pyriforme dont la capacité peut être de 9 à 10 centilitres, et soumis peu à peu à la chaleur jusqu'au point de faire bouillir l'acide. Au bout de 22 minutes d'ébullition, l'acide est décanté et remplacé par 30 à 36 grammes d'acide nitrique à 32°, que l'on n'entretient bouillant que pendant dix minutes; alors on le décante aussi, et on lave à plusieurs reprises, par décantation, le cornet avec de l'eau distillée; ensuite on remplit le matras d'eau, et on le renverse en recevant son col dans un petit creuset de terre où, par ce moyen, le cornet descend toujours sans se briser; enfin, relevant adroitement le col du matras, décantant l'eau du creuset, et plaçant celui-ci sur des cendres chaudes pour en vaporiser la majeure partie de l'humidité, il ne s'agit plus que de le faire rougir dans la moufle, de le laisser refroidir, d'en retirer l'or et de le peser.

Cette manière d'opérer réussit parfaitement bien lorsque l'or est allié; mais lorsqu'il est pur, on obtient presque toujours une surcharge de 1 et même quelquefois de 2 millièmes; c'est-à-dire, qu'au lieu de trouver l'or à 1000 millièmes, on le trouve à 1001, 1002. M. Chaudet, essayeur général des monnaies, conseille alors d'allier $\frac{1}{2}$ gramme d'or sur lequel on opère avec trois fois son poids d'argent, comme à l'ordinaire, de le passer à la coupelle avec un gramme de plomb, de laminer le bouton, aplati et recuit, de manière à donner à la lame 8 centimètres de long; de mettre la lame roulée en spirale ou le cornet dans de l'acide nitrique à 22°, et de ne l'y faire chauffer que trois à quatre minutes, ou plutôt pendant le temps nécessaire au dégagement de la vapeur nitreuse; de décanter de suite l'acide, d'en ajouter d'autre à 32°, de faire bouillir celui-ci

dix minutes, et de le décanter de nouveau, pour y en substituer une nouvelle quantité au même degré, et l'entretenir bouillante le même espace de temps. Alors on lave à l'eau distillée, l'on recuit et l'on pèse le cornet. Le poids que l'on trouve est toujours égal à celui de l'or que l'on a employé. (Voyez *Ann. de Chimie et de Physique*, tom. IV, pag. 356.)

Les essais d'or se font toujours sur un demi-gramme; mais la quantité de plomb et d'argent qu'on ajoute varie en raison du titre de l'or. La quantité d'argent doit être à-peu-près trois fois celle de l'or présumé dans l'alliage. Plus grande, le cornet n'aurait point assez de consistance et se briserait; plus petite, il pourrait rester de l'argent uni à l'or. Quant à la quantité de plomb, elle doit croître avec la quantité de cuivre. Ainsi, dans les essais d'or fin ou presque fin, c'est-à-dire, à 1000, 997, 995, 990 millièmes, on n'emploie que la quantité de plomb nécessaire pour faire fondre et allier facilement l'or et l'argent: 4 grammes suffisent ordinairement pour ceux qui sont à 990, tandis qu'il en faut employer 7 grammes dans les essais d'or à 900 millièmes, et 10 dans ceux à 750. Le titre approximatif de la pièce se détermine en passant à la coupelle un demi-gramme d'or avec 10 à 12 grammes de plomb, et regardant comme de l'or pur le bouton qu'on obtient: il pourrait être tout au plus allié à quelques centièmes d'argent; car une plus grande quantité de celui-ci altérerait la couleur de l'or et le rendrait verdâtre ou même blanc (*a*).

(*a*) Il est une autre méthode de déterminer la quantité d'or d'un alliage d'or et de cuivre; mais cette méthode n'est qu'approximative et ne s'emploie que pour les bijoux, qui doivent être tous au titre de 0,750.

A cet effet, on frotte l'or sur une pierre noire très-dure, appelée *cornéenne lydienne* (vulgairement pierre de touche), de manière à former sur cette pierre une couche d'environ 2 à trois millimètres de largeur et 4 mil-

2082. *Analyse d'un alliage d'or et de cuivre.* — D'après ce que nous venons de dire, il suffit de passer à la coupelle un demi-gramme de cet alliage avec une quantité convenable de plomb, pour en connaître la quantité d'or, et par conséquent la quantité de cuivre. L'or retient, à la vérité, du cuivre et peut-être du plomb, mais si peu, surtout lorsqu'on a eu le soin d'opérer à 32° du pyromètre de Wedgwood, que les erreurs que l'on commet ne sont jamais de l'ordre des centièmes.

2083. *Analyse d'un alliage d'or, d'argent et de cuivre.* —Cette analyse se fait absolument de la même manière qu'un essai d'or (2081) : seulement il faut élever un peu moins la température du fourneau, afin de ne pas volatiliser d'argent, et peser le bouton après la coupellation. En effet, en retranchant le poids du bouton de celui de l'alliage et de l'argent qu'on aura pu ajouter, on connaîtra le poids du cuivre ; retranchant ensuite le poids du cuivre et le poids de l'or de celui de l'alliage, on aura celui de l'argent. Le poids de l'or sera donné directement comme à l'ordinaire.

Si l'alliage contenait naturellement assez d'argent, c'est-à-dire trois fois autant que d'or, ce que l'on saurait par une opération d'épreuve (*a*), il ne faudrait point en ajouter,

---

limètres de longueur : on passe sur cette couche de l'eau forte faite avec 25 parties d'eau, 38 parties d'acide nitrique et 2 parties d'acide hydro-chlorique, le premier à 1,340 de densité, et le second à 1,173, et l'on observe attentivement les nuances qu'elle présente : si la trace conserve la couleur jaune et son éclat métallique, on juge que l'or est au moins à 0,750; mais si, au contraire, la trace prend une couleur rouge-brune de cuivre et s'efface en grande partie en essuyant la pierre, on en conclut que l'or est à un titre inférieur, et d'autant plus bas que la trace est plus effacée.

(*a*) Lorsqu'on a beaucoup d'habitude, l'on peut se contenter, pour l'opération d'épreuve, de passer à la coupelle un demi-gramme de l'alliage avec 10 à 12 grammes de plomb, de peser le bouton et d'en examiner la couleur. Le poids du bouton donne la quantité de cuivre, et sa couleur indique sensiblement la quantité d'argent : s'il a la couleur de l'or vert, il en contiendra

à plus forte raison s'il en contenait beaucoup plus. Il est à remarquer que, dans ce cas, l'or serait obtenu non plus en cornet, mais en poudre.

On trouve dans le commerce des lingots d'or et d'argent, ou d'or, d'argent et de cuivre. Ceux qui contiennent beaucoup d'argent et peu d'or prennent le nom de doré : ils sont blancs comme l'argent.

2083 *bis*. *Analyse d'un alliage de platine, d'argent et de cuivre.* — M. d'Arcet a publié à cet égard, dans les *Annales de Chimie*, tom. LXXXIX, pag. 135, une excellente méthode fondée sur la propriété qu'a l'acide sulfurique de dissoudre l'argent et de ne point dissoudre le platine. On commence par passer à la coupelle $\frac{1}{2}$ gramme de l'alliage, en employant plus que moins de plomb, et y ajoutant 1 gramme d'argent fin; ensuite on pèse le bouton de retour, on le met en cornet à la manière ordinaire, et on le traite dans un matras, à deux reprises différentes, par un excès d'acide sulfurique pur, concentré et bouillant. La première portion d'acide doit être maintenue en ébullition pendant dix minutes; après quoi on la laisse refroidir et on la décante : la seconde ne doit bouillir que sept à huit minutes. Alors on la décante comme la première, on lave à grande eau le platine, qui se trouve sous forme de poudre grise; on le recueille le plus exactement possible en y réunissant celui que l'acide aurait pu entraîner, et on le pèse. Ce premier essai indique à-peu-près,

---

environ un tiers; s'il est à peine coloré, il en contiendra à-peu-près parties égales; si, placé à côté de l'argent, il paraît aussi blanc que celui-ci, il en contiendra au moins deux parties; et, dans ce cas, on se contentera d'en ajouter une partie.

Lorsqu'au contraire l'on manque d'habitude, il vaut mieux faire l'analyse comme nous venons de dire (2083), en opérant sur un demi-gramme d'or, et en employant 10 à 12 grammes de plomb et un gramme et demi d'argent.

comme on le voit, les proportions de cuivre, d'argent et de platine de l'alliage; mais le platine se présentant toujours sous forme de poudre, l'analyse ne saurait être rigoureuse; il faut la répéter, en ayant soin, pour que le cornet ne se brise pas, que la quantité d'argent soit à la quantité de platine dans le rapport de 2 à 1. Si donc l'alliage ne contenait point assez d'argent, il serait nécessaire d'y en ajouter, de même qu'il faudrait l'allier à du platine si celui-ci était en quantité trop petite; mais, dans ce dernier cas, il vaudrait mieux employer de l'or fin, qui produirait le même effet que le platine pour la conservation du cornet, et dont l'on tiendrait compte à la fin de l'opération.

2083 *ter*. *Analyse d'un alliage de cuivre, d'argent, d'or et de platine.* — Nous venons de voir comment l'on pouvait analyser un alliage de cuivre, d'argent et de platine. Si l'on considère actuellement que lorsque le platine est uni à une certaine quantité d'argent et d'or, il se dissout dans l'acide nitrique, il sera facile de concevoir par quel procédé l'on déterminera la proportion des principes constituans de l'alliage quadruple dont nous nous occupons. En effet:

1°. La quantité de cuivre s'obtiendra en passant à la coupelle $\frac{1}{2}$ gramme de l'alliage et pesant le culot ou le petit bouton de retour.

2°. En ajoutant à ce bouton de l'argent ou de l'or, de telle manière que la quantité d'argent soit à la quantité d'or et de platine comme 2 à 1, le mettant en cornet et le traitant par l'acide sulfurique pur et bouillant, comme nous venons de le dire tout-à-l'heure (pag. 97), on en conclura évidemment la quantité d'argent.

3°. Pour plus d'exactitude, on reprendra $\frac{1}{2}$ gramme de l'alliage et on le passera à la coupelle, en y ajoutant une telle quantité d'or et d'argent purs que l'argent fasse les $\frac{3}{4}$ de l'or, et l'or environ les 0,9 du bouton, y compris l'or et l'argent que le bouton contiendra naturellement. L'on

met ensuite le bouton en cornet après l'avoir réduit en une lame de 4 pouces de long, et on le traite par de l'acide nitrique à 22°, seulement l'espace de vingt minutes ; puis on décante la liqueur, on lave le cornet, on le sèche, on le recuit, et on le pèse. L'opération serait terminée si du premier coup l'on pouvait dissoudre tout le platine; mais comme cela est impossible, il faut allier le cornet à trois parties d'argent fin, en le repassant à la coupelle avec un gramme de plomb, traiter le nouveau bouton comme le premier, et répéter cette opération de départ jusqu'à ce que les deux dernières donnent des cornets qui soient du même poids : alors on sera sûr qu'il ne restera plus de platine dans l'or, et l'on connaîtra la quantité de celui qui fait partie de l'alliage en retranchant du poids du cornet le poids de l'or ajouté.

D'ailleurs, il faudra faire un essai préliminaire pour connaître à-peu-près la proportion des métaux alliés, en ajoutant plus que moins d'argent et d'or, comme nous l'avons indiqué au sujet de l'analyse de l'alliage du cuivre, de l'argent et du platine (pag. 97).

Il faudra aussi, pour passer l'alliage à la coupelle, n'employer que certaines quantités de plomb. (*Voyez*, pour plus de détails, le Mémoire de M. Chaudet, *Annales de Chimie et de Physique*, tom. 11, pag. 264.)

SECTION VI.

Détermination de la proportion des principes constituans des sulfures, des iodures, des azotures, des phosphures métalliques, et en général de tous les autres composés combustibles.

2084. *Sulfures.* — Si l'on suppose qu'un oxide métallique soit décomposé par l'hydrogène sulfuré, il en ré-

sultera toujours de l'eau et un sulfure (*a*). Par conséquent la quantité de soufre dans les sulfures est proportionnelle à la quantité d'oxigène dans les oxides. Or, comme l'hydrogène sulfuré est formé de 5,776 d'hydrogène et de 94,224 de soufre, et que l'eau l'est de 88,90 d'oxigène et de 11,10 d'hydrogène, il est évident que le sulfure d'un métal quelconque doit contenir sensiblement deux fois autant de soufre que l'oxide de ce métal contient d'oxigène, puisque, d'après les proportions que nous venons de citer, une partie d'oxigène en s'emparant d'une certaine quantité d'hydrogène de l'hydrogène sulfuré, rend libres deux parties de soufre. En effet 5,776, quantité d'hydrogène contenue dans 100 d'hydrogène sulfuré, absorbent 46,26 d'oxigène, qui sont, à très-peu de chose près, la moitié de 94,224, quantité de soufre également contenue dans 100 d'hydrogène sulfuré. Ainsi, un oxide composé de 100 de métal et de 46,26 d'oxigène, exigerait 100 parties d'hydrogène sulfuré pour sa décomposition, et donnerait lieu à 52,036 d'eau et à 194,224 de sulfure.

2085. *Iodures.* — De même qu'en décomposant les oxides, l'hydrogène sulfuré donne lieu à de l'eau et à des sulfures; de même aussi l'hydrogène ioduré ou l'acide hydriodique, lorsqu'il en opère la décomposition, forme de l'eau et des iodures. La quantité d'iode des iodures est donc, comme la quantité de soufre des sulfures, proportionnelle à la quantité d'oxigène des oxides; mais l'acide hydriodique est formé de 1 volume de vapeur d'iode et de 1 volume d'hydrogène, et 1 volume d'hydrogène représente un demi-volume d'oxigène : il s'ensuit donc que la quantité

(*a*) L'on se rappelle sans doute que presque tous les oxides des quatre dernières sections éprouvent, par l'hydrogène sulfuré, ce genre de décomposition. Seulement ceux de fer, de zinc, de manganèse, d'étain et d'antimoine ne produisent ce phénomène qu'à chaud. Si ceux des deux autres sections ne le produisent pas, c'est qu'ils retiennent trop fortement l'oxigène.

d'iode dans les iodures est à la quantité d'oxigène dans les oxides comme le poids d'un volume de vapeur d'iode est à celui d'un demi-volume d'oxigène, c'est-à-dire, comme 8,6111 est à 0,55125, ou comme 15,62 est à 1.

2086. *Azotures.* — Lorsqu'on met de l'azoture de potassium ou de sodium en contact avec l'eau, celle-ci est décomposée, et il se forme tout-à-coup de l'ammoniaque et des protoxides de potassium ou de sodium; d'où il suit que si le contraire avait lieu, c'est-à-dire, si l'ammoniaque décomposait les oxides, il en résulterait de l'eau et des azotures. La quantité d'azote des azotures est donc encore comme la quantité de soufre des sulfures et comme celle d'iode des iodures, proportionnelle à la quantité d'oxigène des oxides.

Qu'on se rappelle maintenant que l'ammoniaque est formée de 3 volumes d'hydrogène et de 1 volume d'azote, et que 3 volumes d'hydrogène en représentent un et demi d'oxigène, et l'on en conclura que la quantité d'azote dans les azotures est à la quantité d'oxigène dans les oxides comme le poids d'un volume d'azote est au poids d'un volume et demi d'oxigène; savoir, comme 0,9757 est à 1,65375, ou comme 0,590 est à 1. D'après cela, les azotures de potassium et de sodium qui correspondent au premier degré d'oxidation doivent être formés, le premier, de 100 de potassium et de 12,041 d'azote, et le deuxième, de 100 de sodium et de 20,279 d'azote, proportions qui s'éloignent peu de celles que nous avons indiquées (579), et auxquelles nous sommes arrivés par une autre méthode.

2087. *Phosphures.* — Il paraît, d'après les expériences de M. Oberkampf, que l'hydrogène phosphoré décompose l'oxide d'or, et qu'il résulte de cette décomposition de l'eau et du phosphure : sans doute qu'il agirait d'une manière analogue sur les autres oxides s'il

pouvait les décomposer : par conséquent, il est très-probable que les phosphures sont soumis, dans leur composition, à la même loi que les sulfures, les iodures, les azotures, c'est-à-dire, que la quantité de phosphore qu'ils contiennent est proportionnelle à la quantité d'oxigène des oxides. Ce qu'il y a de certain au moins, c'est que M. Dulong a trouvé que le proto-phosphure de cuivre contient deux fois autant de phosphore que le protoxide de ce métal contient d'oxigène.

2088. *Chlorures.* — S'il est permis d'élever quelques doutes sur la composition des phosphures, il n'est pas permis d'en élever sur celle des chlorures : ils sont bien certainement soumis à la loi de composition des sulfures, des iodures, des azotures ; car, en faisant évaporer jusqu'à siccité un hydro-chlorate, c'est-à-dire, une combinaison d'oxide et d'hydrogène chloré ou acide hydro-chlorique, et calcinant le résidu, il se forme de l'eau et un chlorure, à moins que l'oxide ne soit point réductible, ou que, n'ayant que très-peu d'affinité pour l'acide hydro-chlorique, il ne laisse dégager celui-ci. Or, comme l'acide hydro-chlorique est formé d'un volume de gaz hydrogène et d'un volume de chlore, qu'un volume de gaz hydrogène absorbe un demi-volume d'oxigène, la quantité de chlore dans les chlorures doit être à la quantité d'oxigène dans les oxides, comme le poids d'un volume de chlore est au poids d'un demi-volume d'oxigène, ou comme 4,48 est à 1.

L'on voit donc, en dernier résultat, que, connaissant la proportion des principes constituans de l'hydrogène sulfuré ou de l'acide hydro-sulfurique, de l'hydrogène ioduré ou de l'acide hydriodique, de l'hydrogène azoté ou de l'ammoniaque, de l'hydrogène chloré ou de l'acide hydro-chlorique, de l'eau, il est facile de connaître celle des sulfures, des iodures, des azotures et des chlorures métalliques ; que, dans ces derniers composés, les quan-

tités de soufre, d'iode, d'azote, de phosphore, de chlore, sont proportionnelles aux quantités d'oxigène qu'exigent ces métaux pour passer aux degrés d'oxidation auxquels ces composés correspondent; et que, quand une certaine quantité de métal, par exemple, de potassium, absorbera 1 d'oxigène, elle prendra 2 de soufre, 15,62 d'iode, 0,590 d'azote, 4,48 de chlore.

Combustibles composés autres que les précédens (*Voyez* chacun de ces composés en particulier.)

CHAPITRE IV.

De l'Analyse des Corps brûlés.

SECTION PREMIÈRE.

Un oxide non métallique étant donné, comment en reconnaître la nature?

Les oxides non métalliques sont seulement au nombre de huit: l'eau, ou protoxide d'hydrogène, le deutoxide d'hydrogène, l'oxide de phosphore, l'oxide de sélénium, l'oxide de carbone, l'oxide de chlore, le protoxide et le deutoxide d'azote : or, les quatre derniers étant gazeux, nous n'avons rien à ajouter à ce que nous avons dit des meilleurs moyens de les distinguer, dans le chapitre II (2027) : il ne nous reste donc qu'à exposer les propriétés caractéristiques de l'eau, du deutoxide d'hydrogène et de l'oxide de phosphore.

Les propriétés de l'eau sont tellement connues que personne ne la confond jamais avec aucun autre corps. L'on sait, en effet, que c'est un liquide incolore, sans odeur, sans saveur, non inflammable, qui entre en ébullition à 100°, sous la pression de 76 centimètres, qui se vaporise sans laisser de résidu, capable enfin de dissoudre un grand nombre de corps.

La transformation du deutoxide d'hydrogène en oxigène et en eau, dans son contact avec un grand nombre de métaux et d'oxides, est un caractère si tranché que cet oxide ne peut être confondu avec aucune autre substance.

L'oxide de phosphore n'est pas moins facile à reconnaître par la propriété qu'il a d'être blanc ou rouge, de répandre des vapeurs blanches dans l'air comme le phosphore, de s'y enflammer pour peu qu'on le chauffe, d'en absorber l'oxigène, et de passer à l'état d'acide phosphorique, de décomposer aussi l'acide nitrique à une température peu élevée, et de produire également de l'acide phosphorique qu'on recueille en évaporant la liqueur jusqu'à siccité.

SECTION II.

Un mélange d'oxides non métalliques étant donné, comment reconnaître chacun d'eux ?

Cette question rentre en grande partie dans celle de la sect. II du chap. II (2032), puisque, sur huit oxides non métalliques; savoir : l'oxide de carbone, l'oxide de chlore, l'oxide de sélénium, le protoxide d'azote, le deutoxide d'azote, le protoxide d'hydrogène ou l'eau, le deutoxide d'hydrogène et l'oxide de phosphore, les cinq premiers sont toujours à l'état de gaz. Si l'on considère d'ailleurs que l'eau est liquide; qu'il en est de même du deutoxide d'hydrogène; que le platine, l'argent, l'or dégagent une partie de l'oxigène de ce deutoxide et le ramènent à l'état d'eau; que l'oxide de phosphore est solide et insoluble dans les deux oxides d'hydrogène; que l'eau peut dissoudre, à la vérité, l'oxide de chlore, le protoxide et le deutoxide d'azote, mais que ceux-ci décomposent tout de suite l'oxide de chlore, il sera facile de résoudre tous les problêmes que la question comprend.

SECTION III.

Un oxide métallique étant donné, comment en reconnaître la nature?

2089. Si l'oxide a la propriété de se dissoudre dans l'eau et de former avec elle une dissolution âcre, caustique, qui verdisse le sirop de violettes, il appartiendra à la seconde section, et l'on saura s'il est à base de potassium, ou de sodium, ou de barium, ou de strontium, ou de calcium, ou de lithium, en le soumettant aux épreuves que nous avons indiquées (2053).

2090. Si l'oxide est sans odeur, et s'il est réductible par une chaleur moindre que le rouge naissant, ce sera de l'oxide de mercure ou un oxide appartenant à la dernière section; on en déterminera facilement l'espèce en recueillant le métal et l'examinant. (*Voyez* les caractères de ces métaux, pag. 58, 60, 61, 62 et 63 de ce vol.)

2091. Si l'oxide n'est réductible par aucun agent connu, ni par le feu, ni par la pile, ni par le charbon; s'il est insipide, blanc, et s'il ne communique point à l'eau la propriété de verdir le sirop de violettes, il fera partie de la première section, qui comprend sept oxides faciles à distinguer (*a*), savoir:

L'*oxide de silicium*, parce qu'il est insoluble, même à chaud, dans tous les acides, excepté l'acide fluorique; qu'il forme avec celui-ci un gaz particulier; que, calciné avec deux fois son poids d'hydrate de potasse dans un creuset d'argent ou de platine, il en résulte un composé vitreux, déliquescent, dont l'eau, par conséquent, peut opérer la dissolution; que, concentrée, cette dissolution se prend en

(*a*) Les caractères que nous allons donner suffisent même pour distinguer ces sept oxides, indépendamment de l'action du feu, de la pile et du charbon, action toujours longue à constater.

masse par les acides; tandis qu'étendue d'eau ils ne la troublent point, et que la plupart d'entre eux produisent alors avec elle, par l'évaporation, une gelée transparente (pages 41 et 42 du 2e vol.)

L'*oxide d'aluminium*, parce que, uni aux acides sulfurique, nitrique et hydro-chlorique, il donne lieu à des sels déliquescens, très-solubles et très-astringens, dont on peut le précipiter par la potasse, la soude, l'ammoniaque, les hydro-sulfures saturés et les carbonates de ces trois bases; que la potasse et la soude redissolvent le précipité; que le carbonate d'ammoniaque ne le redissout point, et qu'en versant, dans une dissolution concentrée de sulfate de cet oxide, de l'eau saturée de sulfate de potasse ou de sulfate d'ammoniaque, il se dépose tout-à-coup une foule de cristaux d'alun, qui, par une nouvelle cristallisation, affectent la forme d'octaèdre.

L'*oxide de glucinium*, parce que le sulfate, le nitrate, l'hydro-chlorate, dont il est la base, sont déliquescens, très-sucrés; qu'il n'est point précipité de ces sels par les hydro-sulfures saturés de potasse, de soude et d'ammoniaque; qu'il l'est, au contraire, par la potasse, la soude, l'ammoniaque, libres ou unies à l'acide carbonique, et qu'alors il est capable de se redissoudre, non-seulement dans la potasse et la soude, comme l'alumine, mais aussi dans le carbonate d'ammoniaque, comme la zircône.

L'*oxide d'yttrium*, parce qu'il possède les mêmes propriétés que celui de glucinium, si ce n'est qu'il n'est point soluble dans la potasse et la soude, et que son sulfate, loin d'être déliquescent, ne se dissout que dans 30 à 40 parties de son poids d'eau.

L'*oxide de magnésium*, parce qu'il est insoluble dans la potasse, la soude, le carbonate d'ammoniaque; qu'il forme avec l'acide sulfurique un sel qui cristallise en prismes quadrangulaires, et des sels déliquescens avec les

acides nitrique et hydro-chlorique; que ces divers sels sont très-solubles et très-amers; qu'ils ne sont troublés ni par les carbonates saturés ni par les hydro-sulfures saturés de potasse, de soude, d'ammoniaque; qu'ils le sont, au contraire, par les sous-carbonates; que l'ammoniaque précipite une partie de l'oxide de ceux qui sont neutres, et n'altère point la transparence de ceux qui contiennent un assez grand excès d'acide; enfin, que la potasse et la soude les décomposent complètement.

L'*oxide de zirconium*, parce qu'il prend assez de cohésion, au degré de la chaleur rouge, pour perdre la propriété de s'unir aux acides; que les sels solubles dont il fait partie ont une saveur purement astringente; que, divisé le plus possible, ou récemment précipité à l'état d'hydrate, il ne se dissout ni dans la soude, ni dans la potasse, ni dans l'ammoniaque, et qu'il se dissout au contraire d'une manière très-sensible dans le carbonate d'ammoniaque; qu'il forme, 1°. avec l'acide sulfurique un sulfate acide qui, par l'évaporation, prend l'aspect d'une gomme, et que l'eau trouble, à moins que l'excès d'acide sulfurique ne soit très-considérable; 2°. avec l'acide nitrique un sel très-soluble, dont la solution laisse déposer une matière gélatineuse lorsqu'on la porte à l'ébullition; 3°. avec l'acide hydro-chlorique un sel cristallisable, et qui, comme le précédent, est très-soluble, et laisse déposer de sa solution bouillante une matière blanche : seulement cette matière, au lieu d'être gélatineuse, est pulvérulente; enfin, parce qu'il est facilement séparé de ces divers sels par la potasse, la soude, l'ammoniaque, les hydro-sulfates neutres et les sous-carbonates de ces bases; et que, de tous ces réactifs, le carbonate d'ammoniaque est le seul qui puisse redissoudre le précipité (*a*).

(*a*) Cependant il paraît que les sous-carbonates de potasse et de soude

L'*oxide de thorinium*, par les caractères qui ont été exposés 2e vol., pag. 51, en ajoutant que la thorine est insoluble dans les dissolutions de potasse et de soude; ce qui la distingue de la silice, de l'alumine et de la glucine. Comme l'oxide de thorinium se rapproche beaucoup plus de la zircône que des autres terres, et que leurs caractères sont moins tranchés que les caractères de celles-ci, nous croyons devoir citer le parallèle que M. Berzelius a fait entre plusieurs de leurs propriétés, et qui se trouve dans les *Annales de Chimie et de Physique*, tom. v, pag. 19.

Thorine.	*Zircône.*
La saveur des solutions neutres (dans les acides) est purement astringente.	Tout-à-fait semblable.
Cristallise aisément avec l'acide sulfurique. Les cristaux sont décomposés par l'eau.	Ne cristallise pas, devient gommeuse, et, long-temps exposée à une chaleur modérée, elle devient blanche, opaque, saline; elle est déliquescente à l'air, mais se trouble lorsqu'on y verse de l'eau, si la dissolution n'est pas très-acide. Le sel desséché peut supporter une chaleur modérée sans se décomposer, hors une très-petite partie.
La dissolution hydro-chlorique donne un précipité à l'ébullition. Ce précipité est volumineux, translucide gélati-	La dissolution hydro-chlorique est précipitée par l'ébullition. Ce précipité consiste en une poudre pesante, blanche,

dissolvent aussi l'oxide de zirconium, mais beaucoup plus difficilement que ne le fait le carbonate d'ammoniaque.

Thorine.	*Zircône.*
neux. L'hydro-chlorate de thorine est incristallisable.	opaque. L'hydro-chlorate de zircône cristallise à l'évaporation.
La dissolution nitrique laisse précipiter, à l'ébullition, une terre gélatineuse.	Tout-à-fait semblable.
Les succinates, benzoates et tartrates alcalins, produisent des précipités dans les dissolutions de thorine. Le précipité produit par les tartrates alcalins est dissous par l'hydrate de potasse.	Tout-à-fait semblable.
Les citrates ne produisent aucun précipité; mais la liqueur en donne à l'ébullition.	Les citrates alcalins ne donnent aucun précipité : la liqueur ne se trouble pas à l'ébullition.
L'oxalate d'ammoniaque précipite la thorine de sa dissolution dans l'acide sulfurique.	L'oxalate d'ammoniaque ne cause aucun précipité ni trouble dans une dissolution de sulfate de zircône.
Le sulfate ou hydro-chlorate de thorine, dissous dans l'eau et mêlé de sulfate de potasse jusqu'à la saturation de la liqueur, ne donne aucun précipité.	Un sel de zircône, dissous dans l'eau, et mêlé de sulfate de potasse jusqu'à la saturation de la liqueur, est entièrement précipité. Si cela a lieu à froid, le précipité est soluble dans l'eau pure.
La thorine est insoluble dans l'hydrate de potasse.	De même.
Est dissoute par les carbonates alcalins.	De même, mais en bien plus grande quantité.
Devient, par la calcination, difficile à dissoudre.	Calcinée au feu rouge, elle devient insoluble.

2092. Si l'oxide est sans odeur, s'il n'est point réductible par la seule action de la chaleur rouge-cerise; s'il se réduit, au contraire, en le mêlant avec environ le quart de son poids de noir de fumée et un peu d'huile, et l'exposant peu à peu dans une cornue de grès, à la chaleur d'un fourneau à réverbère; si, enfin, le métal provenant de cette réduction se trouve fondu ou volatilisé, ce sera de l'oxide de zinc, ou de cadmium, ou d'arsenic, ou de tellure, ou d'antimoine, ou d'étain, ou de bismuth, ou de plomb, ou de cuivre : l'un des cinq premiers, si le métal est sublimé en tout ou en partie *(a)*; et l'un des quatre derniers, s'il ne l'est pas, et s'il est sous forme de culot ou de globules. Dans tous les cas, on reconnaîtra quel est le métal par les procédés qui ont été exposés (2054—2057), et on en conclura la nature de l'oxide.

Les oxides de cuivre, d'antimoine, de bismuth, d'étain, de plomb, d'arsenic, peuvent être encore reconnus :

L'*oxide de cuivre*, parce qu'il se dissout dans l'acide nitrique; que la dissolution est bleue ou verte, et que le fer qu'on y plonge se couvre de cuivre à l'instant même.

L'*oxide d'antimoine*, parce qu'il est insoluble dans l'acide nitrique; qu'il se dissout dans l'acide hydro-chlorique; que la dissolution est incolore; qu'elle précipite en blanc par l'eau et en jaune orangé par l'hydrogène sulfuré.

L'*oxide d'étain*, parce qu'il est, comme l'oxide d'antimoine, insoluble dans l'acide nitrique et soluble dans l'acide hydro-chlorique; que la dissolution est incolore; qu'elle n'est point troublée par l'eau; et qu'elle précipite en jaune par l'hydro-sulfure lorsque l'étain est à l'état de

---

(*a*) Comme l'antimoine ne se sublime qu'à la faveur des gaz, il est mieux de supposer qu'il puisse faire partie des métaux volatilisés et des métaux seulement fondus, et de le mettre, par conséquent, dans les deux séries.

deutoxide, degré d'oxidation auquel il sera toujours, en ayant soin de traiter l'oxide, quel qu'il soit, par l'acide nitrique, avant de le mettre en contact avec l'acide hydro-chlorique.

L'*oxide de bismuth*, parce qu'il est soluble dans l'acide nitrique et l'acide hydro-chlorique; que les deux dissolutions sont incolores; qu'elles précipitent en blanc par l'eau, et en noir par l'hydrogène sulfuré.

L'*oxide de plomb*, parce qu'il est soluble dans l'acide nitrique, après avoir été toutefois calciné, s'il est rouge ou puce; que la dissolution est incolore, sucrée; qu'elle n'est point troublée par l'eau; qu'elle forme, avec l'acide sulfurique, un précipité blanc tout-à-fait insoluble, et avec l'acide hydro-chlorique, un précipité également blanc, mais qui se dissout dans une grande quantité d'eau, etc.

L'*oxide d'arsenic*, parce que, projeté sur des charbons incandescens, il donne lieu à une fumée blanche très-épaisse, qui répand l'odeur d'ail ou de phosphore; qu'il se dissout dans la potasse; que la dissolution précipite le sulfate de cuivre en vert; que l'acide nitrique sépare de cette dissolution une poudre blanche, et que, mêlée à de l'hydro-sulfure et un acide, il s'en dépose de l'orpiment.

2093. Enfin, ce sera :

De l'*oxide d'osmium*, s'il a une forte odeur de chlore, une saveur très-âcre, et si, projeté sur les charbons ardens, il les fait brûler comme le nitre, etc. (2057).

De l'*oxide de manganèse*, si, fondu dans un creuset avec cinq ou six fois son poids de potasse du commerce, il en résulte du caméléon minéral.

De l'*oxide de chrôme*, s'il est d'un vert foncé, et si, calciné avec un poids de potasse égal au sien, il donne lieu à une masse jaunâtre de chromate de potasse, capable de former avec l'eau une dissolution jaune, qui, saturée par l'acide nitrique, précipite le nitrate acide de mercure

en rouge, le nitrate d'argent en violet, et le nitrate et l'acétate de plomb en jaune vif.

De l'*oxide de fer*, s'il se dissout dans l'acide hydro-chlorique, et si la dissolution forme, avec l'hydro-cyanate de potasse ferrugineux, un précipité abondant qui soit bleu ou qui le devienne tout-à-coup par l'addition du chlore liquide.

De l'*oxide de cobalt*, si, chauffé au chalumeau ou dans un creuset avec vingt ou vingt-cinq fois son poids de borax, il se réduit en verre bleu; et si, mis en contact avec de l'acide hydro-chlorique étendu d'eau, il en résulte une dissolution rose qui, par les alcalis, se trouble et laisse déposer des flocons gélatineux d'un bleu violacé.

De l'*oxide de nickel*, s'il est soluble dans l'acide nitrique; si la dissolution est d'un vert de pré; si le fer n'en précipite aucun métal, et si l'ammoniaque, qui la trouble d'abord, en rétablit ensuite la transparence et la rend bleue.

De l'*oxide d'urane*, si l'acide nitrique peut en opérer la dissolution, et si cette dissolution possède les propriétés énoncées (2055).

De l'*oxide de cérium*, s'il forme avec l'acide hydro-chlorique un hydro-chlorate qui nous offre tous les phénomènes que nous avons exposés au sujet du cérium (2057).

De l'*oxide de titane*, si, après avoir été calciné avec la potasse et lavé, il se dissout dans l'acide hydro-chlorique, et si la dissolution se comporte comme celle dont nous avons parlé en traitant des caractères du titane (2057 *bis*).

De l'*oxide de tungstène*, s'il est noir ou d'un brun puce, ou bleu; et si, chauffé avec le contact de l'air, il devient jaune et passe à l'état d'acide tungstique, dont les caractères sont très-tranchés.

Enfin, de l'*oxide de molybdène*, s'il est d'un brun

cuivreux, et si, par l'acide nitrique, il se transforme en une poudre blanche, douée des propriétés de l'acide molybdique (2123).

SECTION IV.

Un mélange d'oxides étant donné, déterminer la nature de chacun d'eux (*a*) ?

2094. Nous conseillons de traiter d'abord le mélange, à plusieurs reprises, par un excès d'acide hydro-chlorique bouillant : tous les oxides se dissoudront, moins la silice, l'oxide d'argent, et peut-être l'oxide de titane, l'oxide de chrôme, et la zircône ou oxide de zirconium (*b*).

Plongeant ensuite une lame de fer dans la dissolution, l'on en réduira l'iridium, l'or, le platine, le rhodium, le palladium, l'osmium (*c*), le mercure deutoxidé, le tellure, le cuivre, le plomb, le bismuth, l'antimoine, l'arsenic, l'étain et le cadmium (*d*); après quoi, l'on rendra très-

(*a*) Nous supposerons que chaque oxide se comporte comme s'il était isolé, ce qui sans doute n'est pas exact : sans cette supposition, le problême serait trop compliqué et même insoluble. D'ailleurs, il vaut mieux, dans tous les cas, suivre cette marche, et examiner ensuite tous les produits en particulier.

Nous ne ferons mention ni de l'oxide de molybdène, ni de l'oxide de tungstène, parce qu'ils n'ont point encore été bien étudiés : il ne sera pas question non plus du protoxide de mercure, qui ne peut exister qu'uni aux acides.

(*b*) Je dis peut-être, car il serait possible que l'oxide de titane, l'oxide de chrôme et l'oxide de zirconium n'eussent point assez de cohésion pour résister à l'action de l'acide hydro-chlorique.

(*c*) L'oxide d'osmium doit se volatiliser en grande partie au moment où l'on fait chauffer le mélange avec l'acide hydro-chlorique. Pour en reconnaître l'existence, il vaudrait mieux, d'après cela, procéder à la dissolution dans une cornue munie d'un récipient, et chercher à retirer l'oxide d'osmium de la liqueur distillée, comme nous l'avons dit (1213).

(*d*) On admet ici que le fer précipite le cadmium, parce que le zinc possède cette propriété. Si cela n'était pas, le cadmium resterait dans la li-

acide la liqueur décantée, et l'on y versera de l'ammoniaque en excès : par ce moyen l'on en précipitera les oxides de cérium, de titane, d'urane, de chrôme, de fer, de manganèse, de zirconium, de thorinium, de glucinium, d'yttrium et d'aluminium ; ceux de nickel, de zinc, de cobalt, de magnésium, de calcium, de barium, de strontium, de lithium, de potassium, de sodium, resteront dissous, comme faisant partie, les quatre premiers, de sels doubles ammoniacaux, et les cinq autres d'hydrochlorates simples (*a*).

Si alors l'on fait passer du gaz hydrogène sulfuré à travers la nouvelle liqueur filtrée, l'on en séparera le nickel, le zinc et le cobalt à l'état de sulfures ou d'hydro-sulfures (*b*); et si, filtrée de nouveau et étendue d'eau, l'on y ajoute du sous-carbonate d'ammoniaque, tout ce qu'elle contiendra de chaux, de baryte, de strontiane se déposera sous forme de carbonates : la potasse, la soude, la lithine et la magnésie seront les seules bases qui ne seront point précipitées ; elles resteront dans la liqueur. *Voyez* plus loin, page 121, pourquoi la magnésie n'est pas précipitée.

L'on voit donc que si le mélange contenait tous les oxides, il serait transformé en six parties composées de cinq dépôts et une dissolution. Supposons ce cas, qui est le plus compliqué, et voyons maintenant comment on

---

queur et se retrouverait par suite dans le dépôt occasioné par l'hydrogène sulfuré, dépôt qui renferme le zinc, le nickel, le cobalt : il serait facile de l'en séparer.

(*a*) Cependant, si le mélange contenait tout à la fois de l'oxide d'aluminium et de l'oxide de magnésium, celui-ci serait entraîné, au moins en partie, par l'autre (617, art. 4.)

(*b*) Nous venons de supposer que l'ammoniaque précipitait l'oxide de chrôme de la liqueur acide ; mais il serait possible que cet oxide restât en dissolution : alors on le retrouverait mêlé aux sulfures ou hydro-sulfures de nickel, de zinc et de cobalt.

pourra séparer, ou reconnaître au moins, chaque espèce d'oxide.

2095. *Premier dépôt.* — Le premier dépôt sera formé au plus de silice, de chlorure d'argent, d'oxide de titane, d'oxide de chrôme et d'oxide de zirconium ou de zircône. En le mettant en contact avec une dissolution de potasse ou de soude faible, à la température de 50 à 60°, l'on transformera, par l'eau qui sera décomposée tout-à-coup, le chlorure d'argent en acide hydro-chlorique qui s'unira à l'alcali, et en oxide qui restera mêlé aux autres; faisant chauffer alors le résidu avec l'acide nitrique pur, l'on dissoudra cet oxide, qu'il sera facile de reconnaître par la propriété qu'il a de former avec les hydro-chlorates ou l'acide hydro-chlorique un précipité blanc insoluble dans l'acide nitrique et très-soluble dans l'ammoniaque.

Cette opération étant faite, il faudra calciner pendant une demi-heure, avec trois fois leur poids d'hydrate de potasse, dans un creuset d'argent ou de platine, les oxides qui ne se seront point dissous; délayer le produit dans l'eau, et filtrer la liqueur : elle contiendra toute la silice et tout l'oxide de chrôme acidifié. Pour y découvrir ces deux substances, on la saturera d'abord par de l'acide nitrique, et on la partagera en deux parties : l'une sera évaporée et l'autre éprouvée par les nitrates d'argent, de mercure et de plomb. Ces sels, en raison de l'acide chromique, y produiront des précipités cramoisi, rouge et jaune; et l'évaporation, à cause de la silice, donnera lieu à une gelée : de plus, l'on parviendra à isoler cette base, soit en concentrant la liqueur et y versant un acide, soit en l'évaporant jusqu'à siccité, et lavant le résidu à grande eau (505). Quant aux oxides de titane et de zirconium, ils resteront sur le filtre; mis en contact à chaud avec l'acide hydro-chlorique, ils se dissoudront; l'infusion de noix de galle, l'hydro-cyanate de potasse ferrugineux, l'acide

oxalique, feront reconnaître le titane dans la dissolution (545, 1061 et 2057 *bis*), et l'on y découvrira la zircone en l'agitant avec un grand excès de sous-carbonate d'ammoniaque qui retiendra cette base : on pourra la précipiter par l'ébullition.

2096. *Second dépôt.* — Celui-ci n'étant composé que de métaux réduits, l'on cherchera à reconnaître chacun d'eux, comme il a été dit (2059), en se rappelant toutefois que le rhodium, par l'influence de quelques autres métaux, peut devenir soluble, non-seulement dans l'eau régale, mais encore dans l'acide nitrique : il faudra donc le chercher dans le résidu et dans la dissolution.

2097. *Troisième dépôt.* — C'est dans ce dépôt que devront se trouver les oxides de cérium, d'urane, de fer, de manganèse, de thorinium, de glucinium, d'yttrium, d'aluminium, et peut-être de titane, de chrôme et de zirconium (*a*).

L'oxide d'urane sera facile à séparer : il suffira de faire chauffer le dépôt avec une dissolution de sous-carbonate de potasse, et d'ajouter ensuite, à la dissolution filtrée, un excès d'acide et un excès d'ammoniaque : le carbonate dissoudra l'oxide, et l'ammoniaque le précipitera.

La glucine et l'alumine étant les seules bases solubles dans la potasse ou la soude, seront dissoutes, à l'aide de la chaleur, par ces alcalis, et séparées en sursaturant la dissolution alcaline d'acide hydro-chlorique, la mêlant et l'agitant avec un grand excès de sous-carbonate d'ammoniaque, qui les précipitera toutes deux et qui redissoudra la glucine (*b*).

(*a*) Observons de nouveau que, dans le cas où le mélange contiendrait des oxides d'aluminium et de magnésium, l'oxide d'aluminium, au moment de sa précipitation par l'ammoniaque (2094), entraînerait au moins une partie de celui-ci.

(*b*) Si l'alumine était unie à la magnésie, elle ne serait dissoute, à la té-

Après avoir enlevé l'oxide d'urane, la glucine et l'alumine, on dissoudra les autres oxides dans l'acide hydrochlorique; puis l'on fera évaporer la dissolution jusqu'à siccité, et l'on traitera le résidu par l'eau bouillante, qui en précipitera tout-à-coup la majeure partie de l'oxide de titane, de la zircône et de la thorine. En calcinant le précipité jusqu'au rouge, on rendra l'oxide de titane et la zircône insolubles dans l'acide nitrique; la thorine, au contraire, y sera toujours soluble, de sorte que l'on parviendra, par ce moyen, à la séparer de la zircône et de l'oxide de titane, dont on cherchera à reconnaître l'existence comme nous l'avons dit tout-à-l'heure (2095).

Cela fait, la dissolution provenant de l'action de l'eau bouillante dans l'opération qui précède, devra être versée peu à peu dans un grand excès d'une dissolution de sous-carbonate d'ammoniaque; ce sel, par l'agitation, retiendra l'yttria et la portion de zircône qui pourrait encore rester unie à l'acide hydro-chlorique; filtrant donc la liqueur et la faisant chauffer, l'yttria et la zircône se déposeront; on les isolera en les dissolvant de nouveau dans l'acide hydro-chlorique, et y ajoutant successivement de l'hydro-sulfure d'ammoniaque saturé et de l'ammoniaque : l'hydro-sulfure mettra en liberté la zircône, et l'ammoniaque l'yttria.

Il ne restera plus qu'à rechercher la présence des oxides de cérium, de fer et de manganèse : à cet effet, le dépôt ayant été traité comme il vient d'être dit, et contenant encore (du moins cela est possible) de l'oxide de chrôme, de l'oxide de titane et de la thorine, on le calcinera jusqu'au rouge avec un poids d'hydrate de potasse égal au sien : s'il renferme du manganèse, il en résultera une

---

rité, qu'en partie par la potasse; mais on n'en reconnaîtrait pas moins bien l'existence de cette base.

masse verte ou du caméléon minéral; et s'il renferme du chrôme, en délayant cette masse dans l'eau et abandonnant la liqueur à elle-même, celle-ci deviendra jaune, et acquerra, saturée par un acide, la propriété de précipiter en rouge le nitrate acide de mercure, et en violet le nitrate d'argent.

Le dépôt devra nécessairement contenir du fer, puisqu'on se sera servi de ce métal pour en précipiter beaucoup d'autres; mais, pour savoir si le mélange en contenait primitivement, il faudra verser de l'hydro-cyanate ferrugineux de potasse dans une partie de la première dissolution hydro-chlorique, que l'on privera auparavant d'un grand nombre de métaux par l'hydrogène sulfuré.

Enfin, l'on parviendra à reconnaître l'oxide de cérium en rassemblant la partie non attaquée par la potasse, la dissolvant dans l'acide hydro-chlorique, faisant évaporer la dissolution jusqu'à siccité, traitant le résidu par l'eau bouillante, qui s'emparera de l'hydro-chlorate de cérium, et décomposera les hydro-chlorates de titane et de thorinium avec lesquels il pourrait être mêlé; filtrant la liqueur, y versant du tartrate de potasse qui en précipitera du tartrate de cérium, et calcinant celui-ci pour en extraire l'oxide de cérium, dont les caractères ont été précédemment assignés (pag. 112) (*a*).

Que si l'oxide de cérium était mêlé, comme nous l'avons supposé, avec un peu d'oxide de titane et d'oxide de

(*a*) C'est dans la liqueur restante que se trouverait la magnésie qui pourrait être entraînée par l'alumine, si toutefois le mélange contenait tout à la fois ces deux bases salifiables. Elle s'y trouverait avec une partie de l'alumine elle-même, tout l'oxide de fer, et presque tout l'oxide de manganèse, et on la retirerait en ajoutant successivement à la liqueur de l'hydro-sulfure d'ammoniaque saturé et de la potasse : l'hydro-sulfure en séparerait l'alumine pure, l'oxide de fer et l'oxide de manganèse à l'état d'hydro-sulfure; et la potasse, la magnésie légèrement carbonatée.

thorinium, ceux-ci, séparés d'abord de l'oxide de cérium par la méthode que l'on vient d'exposer, le seraient ensuite l'un de l'autre par celle dont on a parlé (2095).

2098. *Quatrième dépôt.* — Ce dépôt, formé d'hydrosulfures ou de sulfures de nickel, de cobalt et de zinc, devra être traité par l'acide nitrique. L'on concentrera la dissolution, et lorsqu'elle sera privée de la plus grande partie de son excès d'acide, on y ajoutera de l'ammoniaque, qui en séparera presque tout l'oxide de cobalt. La liqueur étant filtrée, l'on y versera un excès de potasse, on la fera bouillir, et bientôt toute l'ammoniaque se volatilisera, et l'oxide de nickel se précipitera : l'on retirera, d'ailleurs, l'oxide de zinc de la dissolution alcaline comme on l'a vu (2067). Dans le cas où le dépôt contiendrait de l'oxide de chrôme, ce qui pourrait avoir lieu d'après ce qui a été dit (page 114 de ce volume, note *b*), il est probable que, pour l'obtenir, il suffirait de bien dessécher le dépôt : l'oxide de chrôme deviendrait insoluble.

2099. *Cinquième dépôt.* — Le cinquième dépôt ne comprendra tout au plus que des carbonates de baryte, de strontiane et de chaux : son analyse est fondée sur ce que l'alcool concentré et bouillant dissout bien les hydro-chlorates de strontiane et de chaux, et qu'il est sans action sur l'hydro-chlorate de baryte; qu'il dissout également bien le nitrate de chaux, et qu'il n'attaque que très-difficilement le nitrate de strontiane. (*Voyez*, pour plus de détails, 2102.)

2100. 6°. *Matières du mélange qui peuvent être contenues dans la dissolution d'où provient le cinquième dépôt.* — Ces matières sont la potasse, la soude, la lithine et la magnésie. Les trois premières sont unies à l'acide hydrochlorique; et la dernière, à l'ammoniaque et à l'acide carbonique : elles sont, d'ailleurs, mêlées avec de l'hydrochlorate et du carbonate d'ammoniaque. Pour en reconnaître l'existence, on évaporera la dissolution jusqu'à sic-

cité, et on partagera le résidu en deux parties très-inégales. La plus petite sera portée jusqu'à l'incandescence avec un peu de soude ou de carbonate de soude sur une feuille mince de platine : on saura par là si l'oxide de lithium est contenu dans le mélange (2053). Quant à la plus forte, elle devra être calcinée sans addition, dans un creuset de platine ou d'argent; ensuite il faudra traiter le nouveau résidu par l'eau, filtrer la liqueur, y ajouter un excès d'acide sulfurique, en chasser l'eau par évaporation, et faire chauffer fortement la matière restante; l'on se débarrassera ainsi de tous les sels ammoniacaux qui se vaporiseront, l'on recueillera la magnésie sur le filtre, et l'on obtiendra la potasse, la soude et probablement la lithine en combinaison avec l'acide sulfurique : les sulfates seront dissous dans l'eau et séparés l'un de l'autre par l'évaporation et la cristallisation. Si la présence du sulfate de lithium rendait l'opération plus difficile, il serait possible sans doute de précipiter l'oxide de lithium en versant une dissolution concentrée de carbonate d'ammoniaque dans la dissolution concentrée elle-même des sulfates. Mais alors il deviendrait nécessaire de filtrer la nouvelle liqueur, de l'évaporer ensuite, et d'en chasser le sulfate d'ammoniaque par la chaleur pour avoir les sulfates de potasse et de soude, à l'évaporation desquels on procéderait, comme nous venons de dire, par voie de cristallisation. (*Voyez* ces sulfates, 824 et 825.)

2101. *Analyse de divers mélanges d'oxides; Savoir :*

1°. *D'oxide d'étain et de protoxide de plomb.*
2°. *D'oxide d'étain et d'oxide de cuivre.*
3°. *De protoxide de plomb et d'oxide d'antimoine.*
4°. *D'oxide de zinc et d'oxide de cuivre.*

5°. *D'oxide d'argent et d'oxide de cuivre.*

6°. *D'oxide d'étain, de protoxide de plomb et d'oxide d'argent.*

7°. *D'oxide d'étain, de protoxide de plomb, d'oxide d'argent, d'oxide de cuivre et d'oxide de zinc.*

8°. *D'oxide d'étain, de protoxide de plomb, d'oxide d'argent, d'oxide de cuivre, d'oxide de zinc et d'oxide de manganèse.*

Toutes ces analyses se font absolument de la même manière que si les métaux étaient à l'état métallique (2058—2077).

2102. 10°. *De baryte, de strontiane, de chaux, de magnésie.* — Après avoir uni ces bases à l'acide hydro-chlorique et desséché les hydro-chlorates, on traitera ceux-ci par l'alcool concentré et bouillant, qui les dissoudra tous, excepté l'hydro-chlorate de baryte devenu chlorure de barium; puis la dissolution alcoolique étant évaporée, on reprendra, par l'eau, les hydro-chlorates de strontiane, de chaux et de magnésie, et l'on versera un excès de sous-carbonate d'ammoniaque; celui-ci précipitera seulement la strontiane et la chaux à l'état de carbonates. Toute la magnésie restera dans la liqueur, sans doute sous forme de carbonate ammoniaco-magnésien (*a*). Quoi qu'il en soit, pour obtenir cette base, il suffira de chasser, par évaporation, toute l'eau de la liqueur filtrée, et de calciner le

(*a*) L'emploi du carbonate d'ammoniaque pour la séparation de la magnésie a été indiqué par M. Longchamp (*Ann. de Chim. et de Phys.*, tom. XII, pag. 255.). Il ne l'a proposé que pour séparer cette base de la chaux et s'est assuré que ce moyen était très-exact. Je suppose ici qu'il doit également réussir avec la strontiane. Au reste, si les carbonates de strontiane et de chaux entraînaient un peu de magnésie, on la retrouverait à l'état de nitrate dans la solution alcoolique, et dès-lors, n'étant plus en contact avec la strontiane, sa séparation n'offrirait plus de difficulté.

résidu. Les sels ammoniacaux avec lesquels elle sera mêlée ou combinée se sublimeront : elle seule ne se volatilisera pas. Quant à la séparation de la strontiane et de la chaux, elle s'opérera en convertissant, par l'acide nitrique, les carbonates de chaux et de strontiane en nitrates, desséchant ces nouveaux sels et les traitant par l'alcool concentré : le nitrate de chaux sera dissous et celui de strontiane ne le sera pas sensiblement. De la quantité de chlorure de barium, l'on conclura celle de baryte ; la quantité de magnésie sera donnée directement. Pour apprécier celles de chaux et de strontiane, ce qu'il y aura de mieux à faire, sera de faire passer chacun des nitrates à l'état de sulfates, en les chauffant séparément jusqu'au rouge dans un creuset de platine avec un excès d'acide sulfurique. Les sulfates ainsi préparés seront parfaitement secs et donneront exactement le poids des bases.

2103. 11°. *D'alumine, de glucine, d'yttria, de zircône, de silice, d'oxide de fer, d'oxide de manganèse et d'oxide de chrôme.* — La silice étant la seule de ces bases insoluble dans l'acide hydro-chlorique, il sera facile de la séparer (*a*). Cette séparation faite, l'on versera dans la dissolution de l'hydro-sulfure d'ammoniaque saturé, qui ne précipitera que l'alumine, la zircône et les oxides de fer, de manganèse et de chrôme (*b*). L'yttria et la glucine

---

(*a*) Il serait possible encore que l'oxide de chrôme et la zircône ne se dissolvissent pas : c'est ce qui aurait lieu, du moins en partie, si les oxides avaient été fortement desséchés. Alors on acidifierait l'oxide de chrôme en chauffant le résidu jusqu'au rouge avec le nitrate de potasse. Le chromate de potasse qui se formerait serait enlevé par l'eau, puis transformé en chromate de mercure, qu'il suffirait de calciner pour avoir l'oxide de chrôme. (*Voyez* la page suivante.) Comme la zircône pourrait rester unie avec une certaine quantité de potasse, il faudrait, après avoir lavé la masse alcaline, la traiter par l'acide hydro-chlorique et en précipiter la zircône pure par l'ammoniaque.

(*b*) *Voyez* la nature du précipité (1102). Il est essentiel que l'hydro-

resteront donc dans la liqueur filtrée, d'où l'on pourra successivement les retirer en y ajoutant de la potasse en excès, filtrant la nouvelle liqueur, la faisant chauffer avec de l'acide hydro-chlorique pour dégager tout l'hydrogène sulfuré, et la mêlant ensuite avec de l'ammoniaque : la potasse mettra en liberté l'yttria, et retiendra la glucine, qui sera elle-même rendue libre par l'ammoniaque. La séparation de ces deux bases est fondée, comme on voit, sur la propriété qu'a la potasse de dissoudre la glucine et de ne point dissoudre l'yttria.

La silice, la glucine et l'yttria étant isolées, l'on mettra le dépôt d'alumine, de zircône et des oxides de fer, de manganèse et de chrôme, en contact avec la potasse liquide, à la température de 60 à 70° : par ce moyen, l'on dissoudra l'alumine, et on l'obtiendra en sursaturant d'acide la dissolution et y versant de l'ammoniaque.

Pour extraire la zircône, il faudra dissoudre de nouveau les quatre oxides restans dans l'acide hydro-chlorique et agiter la dissolution avec un grand excès de sous-carbonate d'ammoniaque : les oxides de fer, de manganèse et de chrôme seront précipités ; la zircône, au contraire, restera dissoute (2097) ; il suffira de faire bouillir la liqueur pour se la procurer : si elle était colorée, on la purifierait par l'acide oxalique. (*Voy.* les additions, à la fin de ce vol.)

Comment séparer maintenant l'oxide de chrôme des oxides de fer et de manganèse ? En calcinant les trois oxides avec leur poids de nitrate de potasse dans un creuset de platine. L'oxide de chrôme s'acidifiera et s'unira en partie à la base du nitrate. L'oxide de manganèse entrera bien aussi, à la vérité, en combinaison avec l'alcali ; mais, en jetant de l'eau sur la masse et exposant la liqueur à

---

sulfure ne contienne pas de carbonate. L'hydro-sulfure cristallisé est très-propre à ce genre d'opération.

l'air, tout l'oxide de manganèse se déposera avec l'oxide de fer, tandis que tout l'oxide de chrôme, devenu acide, restera, dans la dissolution, uni à la potasse : pour l'en extraire, on saturera la dissolution d'acide nitrique, l'on y versera du nitrate de mercure, et l'on calcinera le chromate de mercure qui se produira (533).

Quant aux oxides de fer et de manganèse, on procédera à leur séparation par la méthode qui a été exposée précédemment (2097).

2104. 12°. *De baryte, de strontiane, de chaux, de magnésie, de glucine, d'yttria, d'alumine, de zircône, de silice, d'oxide de fer, d'oxide de manganèse, d'oxide de chrôme.* — Cette analyse se compose, en quelque sorte, des deux précédentes. En effet, le mélange doit être traité par l'acide hydro-chlorique, et la dissolution par l'hydro-sulfure d'ammoniaque. Par l'acide, on dissout toutes les bases, excepté la silice; et, par l'hydro-sulfure, on précipite l'alumine, la zircône, l'oxide de fer, l'oxide de manganèse et l'oxide de chrôme, à la séparation desquels on procède comme nous venons de dire; versant ensuite un excès d'acide hydro-chlorique dans la liqueur filtrée, on la fait chauffer pour en dégager l'hydrogène sulfuré; après quoi l'on y ajoute successivement de l'ammoniaque et du sous-carbonate d'ammoniaque liquides : de là résultent deux dépôts, le premier de glucine et d'yttria, et le second de sous-carbonates de baryte, de chaux, de strontiane; on détermine les quantités de bases de ces carbonates de même que si les bases étaient libres (2102). De la liqueur on extrait la magnésie comme nous avons dit aussi (2102). Quant à la glucine et à l'yttria, elles sont mises en contact à chaud avec la potasse liquide, qui dissout la glucine et n'attaque point l'yttria; et l'on précipite d'ailleurs la glucine de la dissolution alcaline à la manière ordinaire, c'est-à-dire, en sursaturant d'acide cette dissolution et y ajoutant de l'ammoniaque.

Analyse des Pierres.

2105. Les pierres sont des combinaisons naturelles de divers oxides, renfermant quelquefois, mais comme principes accessoires, des acides, des combustibles, des sels. Presque toutes sont formées de silice, d'alumine, de chaux, de magnésie, d'oxide de fer et d'oxide de manganèse, unis deux à deux, trois à trois, quatre à quatre, etc.; elles contiennent rarement de la glucine, de l'yttria, de la zircône, de la potasse, de la soude, de l'oxide de chrôme; plus rarement de la baryte, de l'oxide de nickel; plus rarement encore d'autres oxides : les deux premiers, c'est-à-dire la silice et l'alumine, sont ceux qui entrent le plus souvent et le plus abondamment dans leur composition.

2106. Il est peu de pierres qui n'aient assez de dureté pour résister à l'action des acides hydro-chlorique, sulfurique, nitrique : de là, la nécessité de détruire leur aggrégation de la manière suivante, avant de les traiter par ces acides.

La pierre devra d'abord être réduite en poudre impalpable (*a*) : à cet effet, on la broiera dans un mortier d'agate ou de silex, par partie d'un demi-gramme au plus, jusqu'à ce que la poussière placée entre l'ongle et le doigt ne paraisse plus rugueuse; ensuite on en pésera 5 ou 10 grammes, que l'on mettra avec trois fois leur poids d'hydrate de potasse ou de soude dans un creuset d'argent ou de platine. Celui-ci, surmonté de son couvercle, sera exposé peu à peu à la chaleur rouge, retiré du feu dès que la matière sera fondue, ou au moins devenue pâteuse, ce

(*a*) Lorsque la pierre est très-dure, il est bon de la faire rougir et de la plonger dans l'eau : par ce moyen, on l'étonne et on en facilite la pulvérisation. Il faut s'assurer que, dans cette calcination, elle ne perd rien, ou tenir compte de ce qu'elle pourrait perdre.

qui aura lieu dans l'espace de trois quarts d'heure, puis abandonné à lui-même pour qu'il refroidisse ; alors on y versera de l'eau à plusieurs reprises, que l'on fera chauffer et que l'on décantera chaque fois dans une capsule, sans en perdre la plus petite portion : par ce moyen, toute la matière se séparera du creuset et deviendra capable de se dissoudre, à la température ordinaire ou à celle de l'eau bouillante, dans l'acide hydro-chlorique, qui devra être ajouté par portion, en ayant soin, pour en faciliter l'action, d'agiter la matière avec une spatule. Lorsque la dissolution sera complètement opérée, il faudra l'évaporer jusqu'en consistance plus que pâteuse, afin d'en volatiliser l'excès d'acide et d'en précipiter la silice (*a*) : après quoi, délayant le résidu dans huit à dix fois son volume d'eau, portant la liqueur à l'ébullition et la filtrant, l'on recueillera la silice sur le filtre; l'on extraira les autres bases de la liqueur réunie aux eaux de lavage, à la manière ordinaire (2104), en se rappelant que les pierres ne contiennent qu'un certain nombre d'oxides que nous avons fait connaître (2105). Au reste, il faudra consacrer une première opération à la recherche des principes constituans de la pierre que l'on voudra analyser, et en faire une seconde pour déterminer la proportion de ces principes.

2107. Si l'on ne trouvait pas, à quelques centièmes près, le poids sur lequel l'opération serait faite, ce serait une preuve que la pierre contiendrait probablement de la potasse, ou de la soude, ou de la lithine, et peut-être l'un et l'autre de ces alcalis. L'on s'en convaincrait en calcinant une certaine quantité de pierre avec de la baryte ou du carbonate de baryte, délayant la matière dans l'eau, la trai-

(*a*) Lorsque l'évaporation touchera à sa fin, il sera nécessaire de ménager le feu et de remuer sans cesse la matière pour empêcher qu'il ne s'en projette hors la capsule.

tant par l'acide hydro-chlorique, ajoutant du carbonate d'ammoniaque en excès à la dissolution, faisant bouillir la liqueur, la filtrant, la faisant évaporer à siccité et calcinant fortement la masse restante (*a*). Le résidu que l'on obtiendrait serait le potassium, ou le sodium, ou le lithium, uni au chlore (1021); l'alcool concentré enlèverait sans doute le chlorure de lithium, qui est très-déliquescent, et attaquerait à peine les autres : décomposant alors le nouveau résidu par l'acide sulfurique, et faisant dissoudre la masse saline dans l'eau, on essaierait de séparer par la voie de cristallisation les deux sulfates qu'elle pourrait contenir. Le poids de ces sulfates donnerait celui de leurs bases, et le poids du chlorure de lithium, celui de lithine. Peut-être y aurait il plus d'avantage à se servir des sels de platine pour séparer le sulfate de potasse du sulfate de soude : si l'on donnait la préférence à cette méthode, la transformation des chlorures en sulfates serait inutile; bien entendu que le platine qui resterait dans la liqueur serait enlevé par l'hydrogène sulfuré, et qu'ensuite celle-ci serait évaporée.

2108. Enfin si, ne trouvant pas, à quelques centièmes

(*a*) L'acide hydro-chlorique a pour objet de dissoudre les bases; le sous-carbonate d'ammoniaque, de précipiter la baryte, la chaux, l'alumine, etc.; l'ébullition de vaporiser l'excès de carbonate d'ammoniaque et de faire déposer celui de magnésie; la filtration, d'obtenir en dissolution limpide la potasse, ou la soude, ou la lithine, unie à l'acide hydro-chlorique et mêlée à l'hydro-chlorate d'ammoniaque provenant de l'action du carbonate d'ammoniaque; l'évaporation, d'avoir ces hydro-chlorates à l'état solide; la calcination, de vaporiser l'hydro-chlorate d'ammoniaque; le traitement du premier résidu par l'alcool, de dissoudre le chlorure de lithium, etc.; et le traitement du deuxième résidu par l'acide sulfurique, de transformer les hydro-chlorates de potasse et de soude, ou plutôt les chlorures de potassium et de sodium en sulfates, qui sont plus faciles à séparer par la cristallisation que les hydro-chlorates ou les chlorures. Que si l'ébullition n'opérait pas tout le dépôt de la magnésie, celle-ci resterait mêlée avec les chlorures de potassium et de sodium : la séparation s'en ferait facilement au moyen de l'eau.

près, le poids sur lequel l'opération serait faite, la pierre ne contenait pas d'alcali, il deviendrait probable qu'elle contiendrait un acide : alors on chercherait à le connaître en soumettant la pierre à diverses épreuves, puis on en déterminerait, autant que possible, la quantité. Ce cas est très-rare, et jusqu'à présent l'on n'a rencontré dans les pierres gemmes que les acides fluorique, phosphorique et borique

2109. Supposons qu'il s'agisse d'analyser l'aigue-marine, qui, d'après M. Vauquelin, est composée de 69 parties de silice, de 13 d'alumine, de 16 de glucine, de 1 d'oxide de fer et de 0,5 de chaux :

1°. Après en avoir séparé la silice, comme nous venons de dire, l'on versera un excès d'ammoniaque dans la dissolution, qui contiendra cinq hydro-chlorates : de l'hydro-chlorate d'alumine, de l'hydro-chlorate de glucine, de l'hydro-chlorate de fer, de l'hydro-chlorate de chaux et de l'hydro-chlorate de potasse. Cet alcali décomposera les trois premiers hydro-chlorates et en précipitera les bases. Celles-ci seront recueillies sur un filtre, et lavées jusqu'à ce que les eaux de lavage ne verdissent plus le sirop de violettes.

2°. La liqueur étant réunie aux eaux de lavage, l'on y ajoutera du sous-carbonate de potasse, afin d'opérer la décomposition de l'hydro-chlorate de chaux ; il en résultera, d'une part, de l'hydro-chlorate de potasse soluble, et de l'autre, du sous-carbonate de chaux insoluble. Ce sous-carbonate, lavé et bien desséché, donnera, par son poids, celui de la chaux de l'aigue-marine.

3°. L'alumine, la glucine et l'oxide de fer, précipités de leurs hydro-chlorates (*Expérience première*), seront enlevés, à l'état gélatineux, avec un couteau de corne ou d'ivoire, de dessus le filtre, et traités à chaud dans une capsule par un grand excès de potasse caustique liquide, qui dissout l'alumine et la glucine, et qui est sans action

sur l'oxide de fer. Au bout de quinze à vingt minutes d'ébullition, on retirera la capsule du feu, et lorsqu'elle ne sera plus qu'à 30 ou 40°, on filtrera la liqueur (*a*), et on lavera le filtre jusqu'à ce qu'il cesse de donner des signes d'*alcalinité* : alors l'oxide de fer resté sur le filtre sera enlevé avec un couteau, comme précédemment, puis séché, calciné et pesé.

4°. Lorsque ces opérations seront faites, l'on saturera d'acide nitrique ou d'acide hydro-chlorique la liqueur alcaline, puis l'on y ajoutera un excès d'ammoniaque pour en précipiter complètement la glucine et l'alumine.

5°. Ces deux bases lavées et recueillies, on les dissoudra dans de l'acide hydro-chlorique faible, et l'on versera peu à peu la dissolution dans un grand excès de carbonate d'ammoniaque liquide, en ayant soin d'agiter de temps en temps le flacon dans lequel l'expérience se fera : par ce moyen, la glucine restera dissoute, tandis que l'alumine se déposera sous forme de flocons blancs. Si donc l'on filtre la nouvelle liqueur, l'alumine se rassemblera sur le filtre, et l'on en connaîtra la quantité en la pesant après l'avoir lavée, séchée et calcinée.

6°. Enfin, pour terminer l'analyse, il ne s'agira plus que d'extraire la glucine; et c'est à quoi il sera facile de parvenir en faisant bouillir la dissolution de carbonate d'ammoniaque. Ce sel, en se vaporisant, laissera déposer la base, qui, comme l'alumine, devra être recueillie sur un filtre et pesée après son lavage, sa dessiccation et sa calcination.

2110. La marche que nous venons d'indiquer diffère un peu de celle que nous avons décrite précédemment (2104). Dans la première, qui est générale, au lieu d'a-

(*a*) Si la liqueur était trop caustique ou l'était assez pour trouer le papier, il faudrait l'étendre d'eau.

jouter de l'ammoniaque à la liqueur après la séparation de la silice, on y ajoute de l'hydro-sulfure d'ammoniaque saturé.

Il me semble que celle qui consiste à employer l'hydro-sulfure mérite la préférence lorsque la pierre contient de la magnésie et de l'alumine, et que la seconde ne doit être suivie que dans le cas où l'une de ces deux bases seulement ferait partie de la pierre. En effet, que l'on verse de l'ammoniaque dans une dissolution saline renfermant des sels alumineux et des sels magnésiens, l'alumine, en se précipitant, entraînera au moins une partie de la magnésie, et l'on ne pourra séparer facilement ces deux bases qu'en les redissolvant dans un acide, et y ajoutant de l'hydro-sulfure (*a*); tandis que si, au contraire, la dissolution contenait des sels magnésiens sans sels alumineux, et qu'elle fût suffisamment acide, l'ammoniaque n'en précipiterait pas la plus petite quantité de magnésie. Du reste, l'analyse sera facile à faire dans les deux cas.

Analyse des argiles.

2111. Les argiles étant formées tout au plus de silice, d'alumine, de carbonate de chaux, d'oxide de fer et d'eau, c'est par des procédés semblables à ceux que nous venons d'exposer qu'elles doivent être analysées.

(*a*) L'on parvient aussi, à la vérité, à séparer ces bases en les traitant par la potasse caustique liquide, dissolvant le résidu bien lavé dans un excès d'acide, ajoutant de l'ammoniaque à la dissolution, soumettant à la même série d'opérations le précipité que l'ammoniaque occasione, et traitant encore de la même manière celui qu'on obtient en second lieu, etc. La potasse, à chaque fois, enlève une partie de l'alumine, de sorte que celle-ci, ne se trouvant plus en assez grande quantité dans la dissolution acide, n'entraîne, au moment de la précipitation par l'ammoniaque, qu'une partie de la magnésie. On finit donc par obtenir toute l'alumine en combinaison avec la potasse, et toute la magnésie en combinaison avec l'acide et l'ammoniaque, combinaisons d'où on les retire par les procédés ordinaires.

L'on en extraira la silice de même que des pierres gemmes. Versant ensuite de l'ammoniaque dans la dissolution acide, l'on en précipitera l'alumine et l'oxide de fer : après quoi, filtrant la liqueur et y ajoutant du sous-carbonate de potasse, on obtiendra un nouveau précipité qui sera le carbonate calcaire.

L'oxide de fer et l'alumine seront séparés par la potasse liquide, à la manière ordinaire.

Quant à l'eau, l'on pourra en connaître la proportion en calcinant fortement 100 parties d'argile, par exemple, dans un creuset de platine, et retranchant de ces 100 parties le résidu, plus l'acide carbonique du carbonate de chaux, qui se dégagera en même temps que l'eau par la calcination.

SECTION V.

Des principaux procédés qu'il faut employer pour déterminer la proportion des principes constituans d'un oxide métallique (*a*).

2112. Il est des oxides que la chaleur est capable de réduire facilement : tels sont ceux de mercure et de la dernière section. L'on peut donc déterminer par ce moyen la proportion de leurs principes constituans : pour cela, on doit, 1°. se procurer une certaine quantité d'oxide ; 2°. le dessécher complètement, soit en l'exposant à la température de l'eau bouillante, soit en le plaçant sous une cloche vide, dans une capsule, à côté d'une autre contenant des fragmens de chlorure de calcium ; 3°. en prendre 10 grammes au moins, 50 à 60 s'il est possible,

(*a*) Nous ne parlerons point ici de l'analyse des oxides non métalliques : tous, excepté l'oxide de phosphore et l'oxide de sélénium, ont été analysés. (*Voyez* 287, 298, 299 *bis*, 300, 312 et 323.)

et les introduire dans une petite cornue bien sèche, de manière qu'il n'en reste pas sur les parois du col; 4°. peser cette cornue avec des balances très-sensibles, avant et après l'introduction de l'oxide, afin d'en connaître le poids à un demi-milligramme près; 5°. y adapter un tube qui puisse s'engager sous une cloche pleine d'eau, et s'élever jusqu'à la partie supérieure de la cloche; 6°. procéder à l'opération en portant peu à peu la cornue au rouge-cerise, pour qu'il n'y ait aucune portion d'oxide entraînée; 7°. recueillir l'air des vaisseaux avec le gaz oxigène, entretenir le feu jusqu'à ce que la décomposition soit complète, et laisser le tube qui est adapté à la cornue plongé dans les gaz jusqu'à ce qu'elle soit à la même température que l'atmosphère (*a*); 8°. retirer alors le tube, mais de manière qu'il ne rentre point d'air dans la cloche; 9°. enfin, mesurer la quantité de gaz qu'elle contiendra dans cet état, quantité qui représentera précisément le volume de l'oxigène de l'oxide, et peser la cornue après l'avoir bien essuyée et en avoir ôté le bouchon. En retranchant ce poids de celui de la cornue et de l'oxide, on aura celui du métal, pourvu qu'il ne soit pas volatil. Celui de l'oxigène sera donné par le volume de ce gaz. Pour que l'analyse soit exacte, il faudra retrouver ainsi tout l'oxide, tant en oxigène qu'en métal.

2113. Si les métaux de la dernière section ont si peu d'affinité pour l'oxigène qu'ils s'en séparent au-dessous de la chaleur rouge, ceux de la seconde et de la troisième en ont, au contraire, une si grande pour ce principe, qu'ils décomposent l'eau. Or, comme dans cette décomposition l'hydrogène est mis en liberté, il résulte de là un moyen très-simple et très-exact pour connaître la quantité d'oxi-

---

(*a*) Par ce moyen, il en rentre dans la cornue, après l'opération, autant qu'il en sort au commencement.

gène de l'oxide métallique qui se forme : c'est de peser le métal, de l'oxider complètement, et de recueillir tout l'hydrogène qui se dégage. Du volume de l'hydrogène on conclut le volume de l'oxigène, et du volume de celui-ci on en conclut le poids.

L'opération se fait de deux manières. Lorsque le métal appartient à la seconde section, lorsque c'est du potassium, par exemple, on en remplit par compression un petit tube de verre fermé par un bout, et que l'on pèse avant et après l'introduction du métal, pour connaître exactement le poids de celui-ci, qui doit être au moins d'un demi-gramme ; fermant ensuite le tube avec un obturateur, on le porte sous une cloche pleine d'eau ; on écarte l'obturateur avec le doigt, et à l'instant même le métal agit sur l'eau, la décompose, et disparaît complètement en donnant lieu à un dégagement de gaz hydrogène qui se rassemble dans la cloche, et à du protoxide de potassium qui reste en dissolution.

Mais lorsque le métal appartient à la troisième section, l'eau seule ne suffit plus ; il faut joindre à son action celle de l'acide sulfurique ou de l'acide hydro-chlorique, savoir : de l'un des deux pour le fer, le manganèse et le zinc, et de l'acide hydro-chlorique pour l'étain. On met le métal dans un petit matras placé sur un fourneau (*a*), et au col de ce matras on adapte deux tubes, l'un à boule et à trois branches parallèles, et l'autre recourbé de manière qu'il s'engage sous une cloche pleine d'eau (*b*). L'appareil étant ainsi disposé, l'on verse une certaine quantité d'acide con-

---

(*a*) On opérera sur 30 grammes au moins de zinc, de fer et d'étain. Comme le manganèse est difficile à obtenir, on pourra n'opérer que sur 10 grammes de ce métal.

(*b*) Que l'on suppose le tube *EE* recourbé à la partie inférieure et engagé sous une cloche pleine d'eau (pl. VI, fig. 2), et l'on aura exactement l'appareil dont nous parlons.

venablement concentré par le tube à trois branches, dans le matras, que l'on chauffe, s'il en est besoin, et l'on en verse de temps en temps de nouvelles quantités jusqu'à ce que le métal soit complètement dissous (*a*). Alors on achève de remplir le matras avec de l'eau, en ayant soin d'en ajouter assez pour que le tube de communication se remplisse lui-même. Par ce moyen, tout l'air des vases et tout le gaz hydrogène se rassemblent dans la cloche; d'où il suit que, pour terminer l'analyse, il ne s'agit plus que de mesurer le gaz, de déterminer dans l'eudiomètre la quantité de gaz hydrogène qu'il contient (*b*), et de conclure de cette quantité le volume et le poids de l'oxigène absorbé par le métal.

2114. Plusieurs métaux ont la propriété d'absorber l'oxigène au-dessous de la chaleur rouge, et de passer tout entiers à un certain degré d'oxidation. C'est ainsi que le potassium et le sodium passent à l'état de peroxide, l'arsenic à l'état de deutoxide.

Si donc l'on prend une certaine quantité de l'un de ces métaux, qu'on le mette en contact avec un excès de gaz oxigène dans une petite cloche courbe sur le mercure, qu'on le chauffe avec la lampe, et qu'après l'opération l'on retranche le volume du résidu gazeux du volume gazeux primitif, l'on aura le volume et par conséquent le poids de l'oxigène absorbé.

Lorsque l'expérience se fera sur le potassium et le so-

(*a*) Pour le zinc, le manganèse et le fer, on peut employer l'acide sulfurique étendu de dix fois son poids d'eau; pour l'étain, il faut se servir d'acide hydro-chlorique concentré, et encore l'action n'est-elle bien prononcée qu'à chaud.

(*b*) Cette analyse pourra se faire en traitant 100 parties de gaz et 60 de gaz oxigène dans l'eudiomètre à eau ou au mercure, et excitant l'étincelle à travers le mélange; les deux tiers de l'absorption représenteront la quantité de gaz hydrogène contenu dans les 100 parties de gaz.

dium, il faudra placer ces métaux dans une petite capsule ovale de platine ou d'argent pour répartir promptement la chaleur, qui est très-forte, et éviter la fracture de la cloche (234); mais lorsqu'elle se fera sur l'arsenic, le métal pourra être placé sur le verre même. Il est possible de déterminer aussi par ce moyen la quantité de gaz oxigène qu'exige le protoxide de barium pour passer à l'état de deutoxide, et je crois qu'on réussirait également à déterminer la proportion des principes constituans de l'oxide de tellure, en raison de la volatilité de celui-ci.

2115. L'acide nitrique attaque la plupart des métaux, et de son action sur eux résultent quelquefois des oxides qu'il ne dissout point, et d'autres fois des oxides qu'il dissout, à la vérité, mais dont il se sépare par l'action d'une chaleur rouge, sans que ces oxides se vaporisent ou éprouvent des altérations qui rendraient l'opération inexacte. A la première classe appartiennent l'étain, l'antimoine; dans la seconde se trouvent le zinc, le fer, le bismuth, le cuivre, le plomb, etc. Il est évident, d'après cela, que l'on peut, au moyen de cet acide, déterminer combien ces métaux exigent d'oxigène pour passer à certains degrés d'oxidation; savoir: le fer à l'état de peroxide, le cuivre et l'antimoine à l'état de deutoxide, le zinc, le bismuth et le plomb à l'état de protoxide.

L'expérience devra être faite dans un creuset de platine dont on connaîtra le poids. L'on y mettra 14 à 15 grammes d'un de ces métaux en poudre, en limaille ou en grenaille, et l'on y versera peu à peu de l'acide nitrique pur, dans un tel état de concentration, que l'action soit modérée: lorsque tout le métal sera dissous ou lorsqu'il sera complètement oxidé, ce qu'on reconnaîtra à ce qu'il ne produira plus de vapeurs rouges avec l'acide nitrique à l'aide de la chaleur, l'on fera évaporer la liqueur jusqu'à siccité, en ayant soin d'éviter que la matière puisse être projetée,

alors on couvrira le creuset et on le chauffera jusqu'au rouge pendant vingt à vingt-cinq minutes, excepté pour l'oxidation de l'étain et du fer (*a*); puis on le laissera refroidir et on le pésera; d'où l'on conclura la quantité d'oxigène fixé par le métal.

2116. L'on peut encore déterminer la quantité d'oxigène d'un oxide métallique en dissolvant une certaine quantité du métal dans l'acide sulfurique, nitrique, hydro-chlorique, ou dans l'eau régale; précipitant l'oxide par la potasse, la soude ou l'ammoniaque, ou les sous-carbonates de ces bases; le recueillant, le faisant sécher, le calcinant pour en chasser l'acide carbonique qu'il pourrait retenir, et le pesant; mais il faut pour cela que l'oxide métallique puisse être précipité complètement par l'alcali ou le sous-carbonate alcalin que l'on emploie; qu'il soit insoluble dans ces réactifs; qu'il soit inaltérable par le feu et par l'air.

2117. Mais de tous les procédés que l'on peut employer, le plus général est celui qui est fondé sur la loi de composition des sels; savoir: que dans tous les sels d'un même genre et au même état de saturation, les quantités d'oxigène des oxides sont proportionnelles aux quantités d'acide. Il suffit donc de connaître, par exemple, combien les sulfates neutres de baryte, de strontiane, de chaux, de magnésie, etc., contiennent d'acide sulfurique pour savoir combien leurs oxides contiennent d'oxigène, lorsqu'on sait d'ailleurs qu'un autre sulfate, celui de cuivre, est formé de 100 d'acide, 79,126 de cuivre et 20 d'oxigène.

L'on tirera également un grand parti, pour l'analyse des oxides qui ont le même radical, de la loi de composition à laquelle ils sont soumis (502).

(*a*) Pour celle de l'étain et du fer, on pourra retirer le creuset aussitôt qu'il sera rouge; pour celle de l'antimoine, il ne faudra cesser de chauffer que quand l'oxide sera devenu blanc.

2118. D'ailleurs, lorsqu'on voudra déterminer la proportion des principes constituans d'un oxide, il ne faudra pas se contenter de faire cette détermination par un seul procédé s'il en est plusieurs qui s'y prêtent : l'on sera d'autant plus certain de l'exactitude des résultats, qu'on y arrivera par un plus grand nombre de voies différentes. (*Voyez* chaque oxide en particulier pour connaître le procédé d'analyse qui lui est propre.)

SECTION VI.

Un Acide minéral étant donné, en reconnaître la nature.

2119. En traitant de l'analyse des gaz, nous avons fait connaître les caractères distinctifs des acides gazeux; savoir: de l'acide carbonique, de l'acide sulfureux, de l'acide chloroxi-carbonique, de l'acide fluo-borique, de l'acide fluorique silicé, de l'acide hydro-chlorique, de l'acide hydriodique, de l'acide hydro-sulfurique ou de l'hydrogène sulfuré, de l'acide hydro-sélénique ou de l'hydrogène sélénié (2029 et 2030). Il ne nous reste donc plus qu'à exposer les caractères de ceux qui sont liquides ou solides, c'est-à-dire, des acides borique, phosphorique, arsenique, chromique, molybdique, molybdeux, colombique, tungstique, iodique, sélénique, phosphoreux, phosphatique, hypo-phosphoreux, sulfurique, hypo-sulfurique, nitrique, nitreux, fluorique, chlorique, chlorique oxigéné. Les onze premiers sont solides à la température ordinaire, et les neuf autres liquides. Quatre seulement sont colorés : l'acide tungstique, qui est jaune; l'acide chromique, qui est purpurin; l'acide molybdeux, qui est bleu, et l'acide nitreux, qui est d'un jaune orangé à la température de 15 à 28°.

2120. *Acide borique.*—Fusible et vitrifiable par l'action d'une chaleur rouge, fixe, presque insipide, ne rougissant que faiblement la teinture de tournesol, peu soluble dans l'eau, se déposant en cristaux lamelleux de sa dissolution chaude et saturée à mesure qu'elle se refroidit; enfin s'unissant à la potasse et la soude, et donnant lieu, avec ces alcalis, à des borates très-solubles, dont il peut être précipité sous forme cristalline par la plupart des autres acides.

2121. *Acide phosphorique.* — Cet acide est fusible et vitrifiable comme l'acide borique; mais il se réduit en vapeurs à une haute température; il rougit avec force le tournesol; il est très-caustique, très-soluble dans l'eau, déliquescent, incristallisable; d'ailleurs, il peut être décomposé par le charbon, et donner du phosphore à un degré de chaleur qui excède à peine le rouge naissant.

2122. *Acide arsenique.* — Caustique, rougissant la teinture de tournesol, soluble dans l'eau, déliquescent, incristallisable de même que l'acide phosphorique : ce qui le distingue de celui-ci et de tous les autres, c'est qu'il se transforme, à une température élevée, en oxigène et deutoxide d'arsenic, et qu'en le chauffant avec du charbon dans une cornue, il laisse exhaler de l'arsenic qui vient se condenser dans le col sous forme de cristaux.

Acide chromique. — Sa couleur purpurine, son passage à l'état d'oxide vert lorsqu'on le calcine, la propriété qu'il a de s'unir avec la potasse et la soude, et de former des chromates neutres, jaunes et solubles, qui précipitent en rouge la dissolution de nitrate acide de mercure, en cramoisi celle d'argent, en jaune vif celle de plomb, le font aisément reconnaître.

2123. *Acide molybdique.* — Facile à distinguer par la propriété qu'il a d'être blanc et peu sapide, de rougir faiblement la teinture de tournesol, de se fondre et de

cristalliser par le refroidissement en l'exposant à l'action du feu dans des vases fermés, de s'exhaler sous forme de fumées blanches en le chauffant dans des vaisseaux ouverts, d'être peu soluble dans l'eau, d'en être précipité à l'état d'acide bleu par une lame de zinc ou d'étain, de former avec la potasse, la soude et l'ammoniaque, des molybdates dont il est séparé à l'état de poudre blanche par la plupart des acides.

2123 *bis*. *Acide molybdeux* (vol. II, p. 141).

2124. *Acide colombique*. (*Voyez* précédemment, p. 63, article *Colombium*.)

2125. *Acide tungstique*. — Les caractères de celui-ci sont d'être jaune, insipide, sans action sur la teinture de tournesol, infusible, insoluble dans l'eau, très-soluble dans la potasse, la soude, l'ammoniaque; de former avec ces alcalis des tungstates incolores que les acides sulfurique, nitrique, hydro-clorique décomposent, et dont ils précipitent une matière blanche capable de devenir jaune par l'action de l'un de ces trois acides bouillans (1193); enfin, de former, en outre, avec l'ammoniaque un tungstate qui devient également jaune par la seule action du feu (567 *bis*.)

2126. *Acide iodique*. — Soumis à une chaleur un peu inférieure à celle qui fait bouillir l'huile d'olive, il se fond, se décompose, et se transforme en vapeur d'iode et en gaz oxigène. Sa saveur est très-aigre et astringente. Dissous dans l'eau, l'acide sulfureux et l'hydrogène sulfuré en séparent l'iode instantanément; il en est de même de l'acide hydriodique, dont l'iode se dépose en même temps. Les acides sulfurique et nitrique ne lui font éprouver, au contraire, aucune altération, et se combinent seulement avec lui. Il forme dans la dissolution d'argent un précipité blanc, soluble dans l'ammoniaque; il s'unit à toutes les bases, et donne lieu à des sels peu solubles; ceux de po-

tasse, de soude, fusent à la manière du nitre sur les charbons ardens ; celui d'ammoniaque fulmine par la chaleur. (Gay-Lussac.)

Acide sélénique. (*Voyez* 1er vol., p. 708.)

Acide phosphoreux. (*Voyez* 1er vol., p. 658.)

Acide hypo-phosphoreux. (*Voyez* 1er vol., p. 660.)

2126 *bis.* *Acide phosphatique.* — La propriété qu'il a de donner lieu à du gaz hydrogène phosphoré et à de l'acide phosphorique à une température qui n'excède pas beaucoup celle de l'eau bouillante, le distingue de tous les autres acides, excepté des deux précédens (358 *bis*). Que l'on ajoute actuellement qu'il se réduit en sirop lorsqu'on le concentre en le mettant, à la température ordinaire, dans une capsule, à côté d'une autre capsule pleine d'acide sulfurique, sous un récipient où l'on fait le vide; que l'on observe d'ailleurs qu'en le combinant avec la baryte, la strontiane, la chaux, etc., il se transforme tout-à-coup en acides phosphorique et phosphoreux qui donnent lieu, le premier à des sels insolubles, et le second à des sels solubles, et dès-lors il deviendra distinct même des deux acides phosphoreux et hypo-phosphoreux.

2127. *Acide sulfurique.* — Lorsqu'un acide sera sans odeur, qu'il formera dans la dissolution de nitrate ou d'hydro-chlorate de baryte très-étendue d'eau un précipité blanc, insoluble dans un excès d'acide; que, uni à la potasse ou à la soude, et calciné avec le charbon, il donnera lieu à un sulfure produisant dans la bouche l'odeur et la saveur d'œufs pourris, on sera certain que cet acide sera de l'acide sulfurique plus ou moins concentré.

2127. *bis* *Acide hypo-sulfurique.* (*Voy.* 423 *bis.*)

2128. *Acide nitrique.* — Pour le reconnaître, il suffit de le mettre dans un verre en contact avec de la tournure de cuivre : à l'instant même il se produit de la vapeur nitreuse qui est rouge. Observons cependant que s'il était

très-étendu d'eau, cette vapeur ne se produirait bien qu'à chaud.

Acide nitreux. — C'est l'un des acides dont les caractères sont le plus prononcés : lorsqu'on le met en contact avec l'air ou un autre gaz, il y répand tout de suite des vapeurs rouges. A la vérité, le deutoxide d'azote en forme aussi de semblables dans l'air, mais c'est en s'emparant de l'oxigène de ce fluide : aussi reste-t-il incolore dans le gaz carbonique, etc. Par lui-même, d'ailleurs, le deutoxide d'azote n'est point acide, et est toujours sous forme de gaz incolore.

Acide per-nitreux. — Cet acide n'existe qu'en combinaison avec les bases salifiables (391).

2129. *Acide chlorique.* — Les caractères de celui-ci se trouvent exposés 1er vol., p. 710 : il convient d'y ajouter seulement qu'uni à la potasse, à la soude, etc., l'acide chlorique forme des sels qui, projetés sur les charbons incandescens, les font brûler vivement, et qui, chauffés dans une cornue de verre, donnent du gaz oxigène, et passent à l'état de chlorures.

Acide chlorique oxigéné. (*Voy.* vol. 1, p. 712.)

2130. *Acide fluorique.* — C'est le seul acide qui attaque le verre, le corrode, en dissolve la silice, et qui forme avec elle un gaz particulier.

Déterminer la proportion des principes constituans des acides minéraux.

2131. Nous n'avons rien à ajouter à ce que nous avons dit sur cet objet dans l'histoire de chaque acide en particulier.

SECTION VII.

Un mélange d'acides dissous dans l'eau étant donné, déterminer ceux qui en font partie.

2132. Commençons d'abord par rechercher quels sont ceux de ces corps qui ont la propriété de se décomposer réciproquement à la température ordinaire, ou du moins à une température peu élevée. Nous n'en connaissons que sept qui ne sont pas dans ce cas : les acides borique, carbonique, phosphorique, tungstique, colombique, fluorique, fluo-borique.

En effet, l'expérience prouve que tous les autres sont altérés dans leur composition ; savoir :

1°. L'*acide phosphoreux* et l'*acide hypo-phosphoreux*, par les acides nitrique, nitreux, chlorique, chlorique oxigéné, iodique, peut-être même chromique et molybdique (*a*).

2°. L'*acide sulfureux*, par les acides nitreux, nitrique, chlorique, iodique, chromique, molybdique, hydro-sulfurique, et probablement hydro-sélénique.

3°. L'*acide sulfurique*, par l'acide hydriodique, et quelquefois par l'acide hydro-sulfurique (441).

3°. *bis*. L'*acide hypo-sulfurique*, probablement par plusieurs des acides qui cèdent facilement leur oxigène.

4°. L'*acide nitrique*, par les acides phosphatique, phosphoreux, hypo-phosphoreux, sulfureux, hydro-chlorique, hydriodique, hydro-sulfurique, et probablement hydro-sélénique.

5°. L'*acide nitreux*, par les acides phosphatique, phos-

(*a*) Nous n'indiquerons pas la nature des produits provenant de la décomposition réciproque des acides ; il sera facile de la connaître avec un peu de réflexion ; d'ailleurs, l'on n'aura qu'à consulter ce qui a été dit à ce sujet (632), et dans l'histoire de chaque acide pur ou étendu d'eau.

phoreux, hypo-phosphoreux, sulfureux, hydro-sulfurique, hydriodique, et probablement hydro-sélénique et chlorique.

6°. L'*acide chlorique*, par les acides phosphatique, phosphoreux, hypo-phosphoreux, sulfureux, hydro-chlorique, hydro-sulfurique, et probablement hydro-sélénique, hydriodique et nitreux.

6° *bis.* L'*acide chlorique* oxigéné par un très-petit nombre d'acides, du moins si l'on en juge par la propriété qu'il a de résister aux acides sulfureux, hydro-sulfurique et hydro-chlorique.

7°. L'*acide iodique*, par les acides phosphatique, phosphoreux, hypo-phosphoreux, sulfureux, hydro-chlorique, hydriodique, hydro-sulfurique, et probablement hydro-sélénique.

8°. L'*acide hydro-chlorique*, par les acides nitrique, chlorique, iodique, chromique, molybdique.

9°. L'*acide hydriodique*, par les acides sulfurique, nitrique, nitreux, iodique, et probablement chlorique, chromique et molybdique.

10°. L'*acide hydro-sulfurique* ou l'*hydrogène sulfuré*, par les acides sulfureux, nitrique, nitreux, chlorique, iodique, arsenique, quelquefois par l'acide sulfurique (441), et probablement par les acides chromique et molybdique.

10° *bis.* L'*acide hydro-sélénique*, probablement par la plupart des acides qui décomposent l'hydrogène sulfuré.

L'*acide sélénique*, probablement par plusieurs des acides qui ont beaucoup d'affinité pour l'oxigène, tels que les acides hypo-phosphoreux, phosphoreux et hypo-phosphorique.

11°. L'*acide arsenique*, par l'acide hydro-sulfurique quelque temps après le contact.

12°. L'*acide chromique* et l'*acide molybdique*, par les acides sulfureux, hydro-chlorique, et probablement par

les acides hydriodique, hydro-sulfurique, hydro-sélénique, phosphatique, phosphoreux, hypo-phosphoreux.

13°. L'*acide chloroxi-carbonique*. Il n'en est point question, parce que cet acide se transforme, par le contact de l'eau, en acide hydro-chlorique et acide carbonique.

Il ne faut point perdre de vue qu'indépendamment de la température, la quantité d'eau dans laquelle sont censés dissous les acides modifie les résultats dans plusieurs circonstances : c'est ainsi que l'acide sulfureux et l'acide hydro-sulfurique ou l'hydrogène sulfuré, qui se décomposent tout-à-coup lorsqu'on les présente l'un à l'autre en dissolution concentrée, peuvent exister dans la même eau lorsqu'ils ne s'y trouvent qu'en petite quantité. La même observation s'applique à l'acide hydriodique et à l'acide iodique. L'on observe également que le gaz sulfureux s'empare de l'oxigène de l'acide nitrique concentré presque aussitôt que ces deux corps sont en contact l'un avec l'autre, et que l'eau peut en recevoir même une assez grande quantité sans qu'ils s'altèrent, du moins à la température ordinaire. L'on sait encore que l'acide sulfurique ne décompose l'hydrogène sulfuré ou l'acide hydro-sulfurique, qu'autant que celui-ci est gazeux et que l'autre est très-concentré : la décomposition n'a même lieu qu'au bout d'un certain temps.

2133. Passons maintenant à la solution du problême, et voyons comment l'on parviendra à reconnaître l'existence de tous les acides que pourra contenir le mélange. Pour cela, rangeons les acides dans les deux séries suivantes :

Première série.	*Deuxième série.*
Acide borique,	Acide carbonique,
— phosphorique,	— sulfureux,
— phosphoreux,	— nitreux,
— hypo-phosphoreux,	— hydro-chlorique,

Première série.	*Deuxième série.*
Acide sulfurique,	Acide hydriodique,
— hypo-sulfurique,	— hydro-sulfurique,
— sélénique,	— hydro-sélénique,
— nitrique,	— fluo-borique,
— chlorique,	— fluorique.
— chlorique oxigéné,	
— iodique,	
— arsenique,	
— molybdique,	
— chromique,	
— tungstique,	
— colombique.	

Il sera possible de savoir si les acides de la deuxième série font partie du mélange, en saturant peu à peu celui-ci d'hydrate de potasse pur, évaporant le tout jusqu'à siccité, traitant le résidu dans une fiole par l'acide sulfurique, recueillant les gaz sur le mercure, et les examinant comme nous l'avons dit précédemment (2033). A la vérité, les acides hydriodique et nitreux seront décomposés; mais ils donneront lieu, le premier à des vapeurs d'iode d'un beau violet, et le second à du deutoxide d'azote qui sera facile à séparer des autres gaz par une dissolution alcaline (2042 *bis*), et qui devient toup-à-coup rutilant par son mélange avec le gaz oxigène. Une autre difficulté se présente : s'il se dégage des vapeurs d'iode, et si ces vapeurs proviennent de l'acide hydriodique décomposé par l'acide sulfurique, ce dernier passera nécessairement en partie à l'état de gaz sulfureux (451) (*a*).

(*a*) Nous ne supposons pas que l'iode puisse provenir de l'acide iodique, parce que celui-ci ne se décompose qu'à une température beaucoup plus élevée que celle que l'on emploie; au reste, l'acide sulfureux, l'acide hydro-

L'acide sulfureux pouvant aussi provenir de l'acide hypo-sulfurique, voici ce qu'il faudra faire : reprendre une certaine quantité des sels à base de potasse, y verser un petit excès d'hydro-chlorate de baryte, recueillir le précipité, le laver et le décomposer, ou par l'acide sulfurique, ou par l'acide phosphorique liquide : si l'on obtient alors du gaz sulfureux, ce sera une preuve que celui-ci fera partie du mélange ;

2134. Après avoir cherché à reconnaître, dans le mélange, les acides de la seconde série par les procédés que nous venons d'exposer, il faudra y rechercher ceux de la première. Le mélange contiendra :

De l'*acide sulfurique*. — S'il précipite par une solution de nitrate de baryte ; si le précipité est insoluble dans un excès d'acide nitrique ou d'acide hydro-chlorique, et si, calciné avec le charbon, il acquiert la saveur et l'odeur des œufs pourris.

De l'acide hypo-sulfurique. — Si, saturé par l'eau de baryte, filtré et évaporé jusqu'à siccité, il en résulte un résidu qui, calciné, laisse dégager du gaz sulfureux.

De l'acide sélénique. — Si, mêlé à un peu d'acide hydro-chlorique et de sulfite d'ammoniaque, il se dépose peu à peu des flocons de sélénium.

De l'*acide nitrique*. — Si, dégagé par la chaleur de l'acide nitreux qu'il pourrait contenir, et mis ensuite en contact avec de la limaille de cuivre, il donne lieu à un gaz qui contient du deutoxide d'azote.

De l'*acide iodique*. — S'il laisse déposer tout-à-coup

chlorique, précipitent tout-à-coup l'iode des iodates et ne le précipitent point des hydriodates ; tandis que le chlore, l'acide nitrique, etc., le précipitent des hydriodates et ne le précipitent pas des iodates. Que l'on ajoute que les acides hydriodique et iodique se décomposent réciproquement, et l'on verra qu'il sera toujours facile de s'assurer si, dans l'expérience citée, l'iode provient de l'acide iodique ou de l'acide hydriodique.

de l'iode par l'acide sulfureux, par l'acide hydro-chlorique, par l'hydrogène sulfuré; et si, saturé de potasse, il produit encore de semblables phénomènes avec l'acide hydro-chlorique et l'acide sulfureux.

De l'*acide chlorique*. — Si, neutralisé par la potasse et évaporé jusqu'à siccité, l'on obtient un résidu qui, projeté sur des charbons incandescens, en augmente la combustion, du moins çà et là, et qui, chauffé avec de l'acide sulfurique étendu d'eau, laisse dégager de l'oxigène et du chlore, ou même ce dernier gaz seulement, pourvu toutefois qu'alors il ne contienne point d'acide hydro-chlorique (*a*).

Observons encore, comme caractères distinctifs, que probablement dans le plus grand nombre des cas où il y aura de l'acide chlorique, le résidu broyé et mis en contact pendant quelque temps avec dix à douze fois son poids d'eau froide, se réduira à n'être que du chlorate de potasse mêlé au plus à du chlorate oxigéné, par la raison toute simple que ces sels sont beaucoup moins solubles dans l'eau à la température ordinaire que les autres sels de même base.

De l'*acide chlorique oxigéné*, si, après avoir décomposé, par un excès d'hydrogène sulfuré, l'acide chlorique qu'il pourrait contenir, avoir chauffé le mélange pour dégager cet excès, l'avoir filtré et neutralisé par la potasse, il est possible d'en extraire, par le procédé que nous venons d'exposer à la fin de l'article précédent, un sel qui fuse sur les charbons, qui ne donne point de chlore ni d'oxide de chlore par l'acide sulfurique, et qui, par la chaleur, se transforme en oxigène et chlorure de potassium.

(*a*) Ce dernier caractère est fondé sur ce que l'acide hydro-chlorique et l'acide chlorique ne peuvent pas exister ensemble, et que le chlore, dans la question que nous examinons, ne peut provenir que de l'un des deux.

De l'*acide borique.* — Si, combiné avec un petit excès de potasse, il en résulte une liqueur qui, par l'acide hydro-chlorique ou l'acide sulfurique, laisse déposer des cristaux blancs, lamelleux et capables de se vitrifier.

De l'*acide molybdique.* — Si, dans la précédente expérience, il se forme un précipité qui, traité par l'eau bouillante et mis en contact avec une lame d'étain ou de zinc, colore la liqueur en bleu, etc. (566 *bis*).

De l'*acide arsenique.* — Si, uni à la potasse et évaporé à siccité, et mêlé avec de la poudre de charbon, il donne lieu, en le calcinant dans une cornue, à un sublimé métallique possédant toutes les propriétés de l'arsenic (145).

De l'*acide chromique.* — Si, chauffé avec un excès d'acide nitrique de manière à en vaporiser les acides gazeux (*a*), il produit avec les alcalis une dissolution neutre qui précipite le nitrate d'argent en cramoisi, l'acétate de plomb en jaune et le nitrate acide de mercure en rouge, et si ce dernier précipité devient vert en le calcinant dans un creuset.

De l'*acide tungstique* et de l'*acide colombique.* — Ces acides étant insolubles par eux-mêmes, nous n'en parlerons pas.

L'*un des acides du phosphore.* — Si, évaporé presque jusqu'à siccité, puis étendu d'eau, saturé d'ammoniaque, et mêlé avec un excès d'hydro-chlorate de chaux, il en résulte un précipité d'où l'on peut extraire du phosphore en le traitant de même que les os calcinés (vol. II, pag. 416).

(*a*) On conseille d'ajouter un excès d'acide nitrique pour éviter que l'acide chromique ne puisse passer à l'état d'oxide de chrôme.

ARTICLE PREMIER.

Analyse d'un mélange d'acide sulfurique, d'acide nitrique et d'acide hydro-chlorique (*a*).

2135. 1°. Que l'on verse un excès de nitrate de baryte dans le mélange, et l'on en précipitera tout l'acide sulfurique en combinaison avec la base du nitrate. Le poids du sulfate lavé, séché et calciné, donnera celui de l'acide (2e vol., pag. 438).

2°. La quantité d'acide hydro-chlorique sera tout aussi facile à déterminer que celle de l'acide sulfurique : il ne faudra en effet qu'ajouter au mélange un excès de nitrate d'argent, laver le chlorure, le recueillir, le sécher et le peser. 100 de ce chlorure représentent 24,56 de chlore, et par conséquent 25,256 d'acide hydro-chlorique.

3°. Quant à l'acide nitrique, il faudra, pour en estimer la proportion, mettre d'abord le mélange avec un excès d'oxide d'argent très-divisé, et l'agiter pendant quelque temps, puis décanter la liqueur, y réunir les eaux de lavage, et y ajouter de l'eau de baryte jusqu'à ce qu'il ne s'y forme plus de précipité; enfin recueillir ce précipité sur un filtre, le laver, saturer la nouvelle liqueur que l'on obtiendra par l'addition d'une nouvelle quantité d'eau de baryte, et évaporer le tout jusqu'à siccité. L'acide hydro-chlorique sera absorbé par l'oxide d'argent; l'acide sulfurique sera précipité par la baryte, et l'acide nitrique se trouvera également combiné avec cette base : le poids du nitrate donnera celui de l'acide nitrique; car ce sel est

(*a*) C'est le mélange d'acide le plus commun : on suppose que l'acide nitrique et l'acide hydro-chlorique sont assez étendus d'eau pour qu'ils ne puissent pas se décomposer à la température ordinaire.

composé de 100 d'acide et de 141,35 de base (893) : bien entendu qu'il faudra le sécher de manière qu'il n'y reste point d'humidité, ce à quoi l'on parvient aisément, parce qu'il ne commence à se décomposer qu'au rouge naissant.

CHAPITRE V.

De l'Analyse des Sels minéraux.

SECTION PREMIÈRE.

Un Sel minéral étant donné, en déterminer la nature.

2137. La première chose à faire pour arriver à la solution de ce problême, est de déterminer le genre auquel le sel appartient.

Les genres sont au nombre de vingt-huit; savoir :

1°. Les carbonates;
2°. Les sulfites;
3°. Les sulfites sulfurés ou les hypo-sulfites;
4°. Les nitrites;
5°. Les chlorates;
6°. Les fluates;
7°. Les fluo-borates;
8°. Les chloroxi-carbonates;
9°. Les hydriodates;
10°. Les hydro-chlorates;
11°. Les hydro-sulfates ou les hydro-sulfures;
12°. Les hydro-séléniates ou les hydro-séléniures;
13°. Les hypo-sulfates;
14°. Les nitrates;
15°. Les sulfates;
16°. Les iodates;
17°. Les chlorates oxigénés;
18°. Les séléniates;
19°. Les borates;
20°. Les phosphates;
21°. Les phosphites;
22°. Les hypo-phosphites;
23°. Les arséniates;
24°. Les arsenites;
25°. Les chromates;
26°. Les molybdates;
27°. Les tungstates;
28°. Les colombates.

2138. Supposons que le sel fasse effervescence avec

l'acide sulfurique à la température ordinaire, ou du moins à une température peu élevée, il fera partie de la première série, et l'on jugera du genre par la nature du gaz qui se dégagera.

Des nitrites, il se dégage un gaz rouge.

Des chlorates, il s'en dégage un d'un jaune verdâtre.

Les carbonates en donnent un qui est sans couleur, qui n'a qu'une odeur légèrement piquante, et qui ne trouble point la transparence de l'air.

Celui des hydro-sulfures et celui des hydro-séléniures sont reconnaissables par leur odeur et par les propriétés qui ont été exposées (p. 11 de ce volume).

Il en est de même de celui des sulfites et de celui des sulfites sulfurés ou hypo-sulfites : du reste, ces deux genres de sels sont distincts l'un de l'autre, en ce que les sulfites laissent dégager du gaz sulfureux sans qu'il se dépose de soufre, et que les hypo-sulfites laissent déposer du soufre tout en dégageant du gaz sulfureux. Il est vrai que les hypo-sulfates, quand on les traite à chaud par l'acide sulfurique, produisent aussi un dégagement de gaz sulfureux; mais ce dégagement n'a lieu qu'à chaud pour ce genre de sels, surtout en se servant d'acide sulfurique étendu de son poids d'eau : au lieu qu'à froid comme à chaud, cet acide opère la décomposition des sulfites et des hypo-sulfites.

La propriété qu'ont ceux qui proviennent des hydrochlorates ou des chlorures (*a*), des fluo-borates, des fluates et des chloroxi-carbonates, d'être très-piquans et de former des vapeurs blanches dans l'air, ne permet de les

---

(*a*) Je ne distingue point ici les hydro-chlorates des chlorures : il suffit de se rappeler, pour qu'il n'y ait pas confusion, que la plupart des hydrochlorates desséchés sont de véritables chlorures, et que quand ceux-ci se dissolvent dans l'eau, ils redeviennent hydro-chlorates. Tous les chlorures sont décomposés par l'acide sulfurique concentré et donnent de l'acide hydrochlorique, excepté le chlorure d'argent.

confondre avez aucun autre (*a*). D'ailleurs, en les produisant dans une petite fiole et les recueillant sur le mercure, on les distinguera tout de suite : si le sel est un fluate, le gaz, en se dissolvant dans l'eau, laissera déposer des flocons blancs; si le sel est un fluo-borate, le gaz noircira le papier avec lequel on le mettra en contact; si le sel est un hydro-chlorate ou un chlorure, le gaz se dissoudra tout entier dans moins de la centième partie de son volume d'eau; la dissolution précipitera le nitrate d'argent, et le précipité se redissoudra dans l'ammoniaque; enfin, si le sel est un chloroxi-carbonate, le gaz sera formé de deux parties d'acide hydro-chlorique et d'une d'acide carbonique, et alors, en les mettant en contact avec un peu d'eau, l'on dissoudra le premier de ces deux acides, tandis que l'autre conservera son état gazeux.

Les hydriodates ont des caractères tout aussi tranchés que les sels dont nous venons de parler. A la vérité, lorsqu'on les traite par l'acide sulfurique, on décompose leur acide, mais on obtient du gaz sulfureux reconnaissable par son odeur, et de l'iode, dont une partie se réduit en vapeur remarquable par sa couleur violette; de plus, le chlore et l'acide nitrique en séparent l'iode, de même que l'acide sulfurique.

2139. Supposons maintenant que le sel ne fasse point effervescence avec l'acide sulfurique; ou, ce qui est la même chose, ne laissé dégager aucun gaz à la température ordinaire, ou à une température de 60 à 80°, le sel appartiendra aux genres de la deuxième série.

On saura si le sel est un nitrate en le traitant, pur d'abord, puis mêlé avec la limaille de cuivre, par l'acide sul-

---

(*a*) Le gaz hydriodique répand aussi des vapeurs blanches; mais lorsqu'on traite les hydriodates par l'acide sulfurique, il se trouve décomposé, et l'on obtient du gaz sulfureux et de l'iode en vapeur.

furique concentré, à la température ordinaire: dans le premier cas, il y aura dégagement de vapeurs blanches sans effervescence; et, dans le second, dégagement de vapeurs rouges avec effervescence; toujours aussi le sel projeté sur des charbons incandescens en augmentera plus ou moins la combustion, propriété que possèdent également les chlorates et quelques iodates.

Si le sel est un sulfate, il suffira, pour le reconnaître, d'en faire bouillir 1 partie avec 1 partie et demie à 2 parties de nitrate de baryte et 8 à 10 parties d'eau, pendant quelque temps; il se fera un dépôt de sulfate de baryte qui, lavé, séché et calciné jusqu'au rouge avec un poids de charbon égal au sien, se transformera en sulfure dont la saveur est la même que celle des œufs pourris.

Si c'est un hypo-sulfate, mis en contact à froid, avec l'acide sulfurique étendu de son poids d'eau, il ne répandra aucune odeur d'acide sulfureux; mais à chaud cette odeur se manifestera tout de suite. Réduit en poudre et chauffé modérément, il laissera encore dégager du gaz sulfureux et passera à l'état de sulfate neutre. Enfin, il sera soluble dans l'eau : du moins tous les hypo-sulfates paraissent être solubles dans ce liquide.

Les iodates ne sont pas moins faciles à reconnaître que les nitrates et les sulfates. Ils sont tous insolubles ou très-peu solubles dans l'eau. L'acide sulfureux et l'hydrogène sulfuré liquides les décomposent et en séparent l'iode, que l'on peut rendre sensible en recueillant le dépôt et le chauffant dans un ballon. L'acide hydro-chlorique en opère également la décomposition; il s'empare de l'oxigène de l'acide iodique, et donne lieu à de l'eau; une partie du chlore se dégage, l'autre s'unit avec l'iode. Ils sont aussi décomposés par l'acide sulfurique, et de là résultent, mais seulement à une température de 200° au moins, du gaz oxigène, de l'iode en vapeur. Le chlore ne les altère

point. Enfin, aucun ne résiste à la chaleur d'un rouge obscur, et alors la plupart laissent dégager de l'oxigène et de l'iode : quelques-uns seulement ne laissent dégager que de l'oxigène.

Projetés sur des charbons incandescens, les chlorates oxigénés en augmentent vivement la combustion. Ils ne donnent point, comme les chlorates simples, un gaz d'un jaune verdâtre avec l'acide sulfurique ; mais quand on les chauffe dans une cornue avec cet acide étendu du tiers de son poids d'eau, ils laissent vaporiser, vers la température de 140°, l'acide même qu'ils contiennent et qu'on ne peut confondre avec aucun autre.

Que l'on mette en contact un séléniate avec de l'eau chargée d'acide sulfurique, qu'on favorise la réaction par la chaleur, et qu'on filtre la liqueur, elle contiendra un séléniate acide. Si l'on verse du sulfite d'ammoniaque dans ce séléniate, le sélénium s'en précipitera peu à peu (1er vol., p. 709). La plupart des séléniates calcinés avec l'hydro-chlorate d'ammoniaque possèdent aussi la propriété d'abandonner leur sélénium (vol. II, p. 493). Il est donc possible de distinguer assez facilement ce genre de sels.

2140. Si le sel n'appartient pas à la première série, ni aux genres hypo-sulfate, nitrate, sulfate, iodate, chlorate oxigéné, séléniate de la seconde, on en conclura que ce doit être un borate, ou un phosphate, ou un phosphite, ou un hypo-phosphite, ou un arséniate, ou un arsenite, ou un chromate, ou un molybdate, ou un colombate, ou un tungstate : alors il faudra en combiner l'acide avec la potasse ou la soude, à moins qu'il ne soit déjà uni à l'une de ces bases ou à l'ammoniaque (*a*).

(*a*) Les sels à base de potasse, de soude, d'ammoniaque, sont tous solubles dans l'eau, et leur dissolution concentrée n'est pas précipitée par les sous-carbonates de ces bases.

A cet effet, lorsque le sel sera soluble dans l'eau, on l'y dissoudra, l'on y versera une dissolution de sous-carbonate de potasse ou de soude, jusqu'à ce qu'il ne se fasse plus de précipité, et l'on filtrera la liqueur : celle-ci contiendra le nouveau sel à base alcaline, tandis que sur le filtre restera, le plus souvent à l'état de carbonate, l'oxide du sel qu'il s'agissait de décomposer (*a*). Mais lorsque le sel sera insoluble, on le fera bouillir, réduit en poudre, avec huit à dix fois son poids d'eau, et deux à trois fois son poids de sous-carbonate de soude : par ce moyen, on le décomposera complètement, ou du moins partiellement (722) (*b*); et, dans tous les cas, la liqueur étant filtrée, l'on y ajoutera de l'acide acétique, de manière à transformer le sous-carbonate alcalin en acétate; on la fera évaporer à siccité; puis l'on traitera à chaud le résidu par l'alcool rectifié, qui dissoudra l'acétate de soude, et laissera presque toujours intact le sel résultant de la combinaison de la soude avec l'acide que l'on veut connaître. Ce ne serait qu'autant que le résidu se dissoudrait tout entier dans l'alcool, et que par conséquent le nouveau sel serait soluble dans ce liquide, qu'au lieu de transformer le carbonate en acétate, il faudrait le transformer en sulfate qui y serait insoluble : parmi tous les sels que nous considérons, il n'y a, je crois, que l'hypo-phosphite de soude qui soit doué de cette propriété. Quoi qu'il en soit, l'on obtiendra donc ainsi du

---

(*a*) Observons cependant qu'il y a quelques sels dont la dissolution ne précipite par les carbonates de potasse ou de soude, qu'autant qu'elle est concentrée ainsi que celle des carbonates : tels sont les sels de lithine; par conséquent, lorsque la précipitation ne se fera point, il faudra employer des dissolutions concentrées, ou mieux évaporer le mélange à siccité, et ensuite verser de l'eau sur le résidu.

(*b*) S'il arrivait que le carbonate dissolvît tout le sel (et cela pourrait avoir lieu, par exemple, pour les sels d'urane), au lieu de carbonate alcalin, il faudrait essayer l'action des alcalis.

borate ou du chromate, etc., de soude, reconnaissables aux caractères que nous allons exposer.

Le chromate est le seul de ces sels qui soit coloré : il est jaune ; sa dissolution précipite en jaune vif par l'acétate de plomb, en violet par le nitrate d'argent, et en rouge par le nitrate acide de mercure : c'est de ce dernier précipité que l'on extrait l'oxide de chrôme par la calcination.

Lorsqu'on verse de l'acide nitrique ou de l'acide hydrochlorique dans la dissolution concentrée du borate, on en sépare à l'instant même l'acide borique, qui se dépose sous forme de petites écailles, et qui possède des propriétés caractéristiques (2120).

Que l'on dissolve le molybdate et qu'on ajoute à la liqueur un peu d'acide sulfurique, il se formera un dépôt pulvérulent d'acide molybdique ; en y plongeant ensuite une lame d'étain, elle deviendra bientôt bleue.

En mêlant la dissolution du tungstate avec de l'acide sulfurique, ou de l'acide nitrique, ou de l'acide hydrochlorique, il en résulte un précipité triple, blanc, floconneux, qui devient jaune par l'action de l'acide bouillant, et n'est plus alors que de l'acide tungstique.

L'arséniate et l'arsenite, mêlés avec la moitié de leur poids de charbon, et exposés à l'action de la chaleur rouge dans une cornue, se décomposent et laissent dégager de l'arsenic qui s'attache au col du vase. Ils se distinguent d'ailleurs entre eux : l'arsenite, parce qu'il précipite le sulfate de cuivre en vert, que l'acide nitrique, etc., en sépare une poudre blanche, et que, mêlé avec l'hydrosulfure de potasse ou de soude et un acide, il s'en dépose de l'orpiment ; l'arséniate, parce qu'il précipite le sulfate de cuivre en blanc-bleuâtre, et que les acides et les hydrosulfures n'y font naître aucun changement sensible, du moins dans l'espace de quelques minutes.

De la dissolution du colombate, l'on précipite, par

les acides sulfurique, nitrique et hydro-chlorique, l'acide colombique sous forme de poudre blanche (2124).

Quant au phosphate, au phosphite et à l'hypo-phosphite, on les reconnaîtra, savoir :

Le phosphate, parce qu'il cristallise en rhombes; qu'il est efflorescent, insoluble dans l'alcool; que, mêlé avec un peu d'acide sulfurique et soumis à l'ébullition, il ne laisse pas dégager d'hydrogène phosphoré; parce qu'il forme enfin avec le nitrate de plomb un précipité blanc d'où l'on peut extraire par l'hydrogène sulfuré de l'acide phosphorique facile à reconnaître (2121). Cette dernière expérience se fait comme celle de la décomposition de l'oxalate de plomb par cet hydracide (3e vol., p. 97).

Le phosphite, parce qu'il est insoluble dans l'alcool; que, mêlé avec un excès d'acide phosphorique et soumis à l'ébullition, il laisse dégager du gaz hydrogène phosphoré à la manière de l'acide phosphatique (358 *bis*); qu'il décompose l'acide nitrique à chaud en donnant lieu à des vapeurs rouges, et qu'alors il passe à l'état de phosphate, d'où l'on peut retirer l'acide par le procédé que nous venons d'indiquer : seulement, avant de verser le nitrate de plomb dans la dissolution, il faut que l'excès d'acide nitrique soit saturé.

L'hypo-phosphite, parce qu'il est très-déliquescent, très-soluble dans l'alcool, et que, d'ailleurs, il possède, comme le phosphite, la propriété de laisser dégager de l'hydrogène phosphoré lorsque, mêlé à de l'acide sulfurique, on le fait chauffer, et celle de passer à l'état de phosphate par l'acide nitrique en décomposant celui-ci.

2141. Après avoir reconnu le genre par les procédés qui viennent d'être exposés, il faudra s'occuper de la détermination de l'espèce.

2142. Toutes les fois que le sel sera soluble dans l'eau, et que sa dissolution concentrée ne sera troublée ni par la

potasse, ni par la soude, ni par l'ammoniaque, ni par leurs sous-carbonates, ni par leurs hydro-sulfures, on sera certain qu'il aura pour base un de ces trois alcalis.

Ce sera un sel ammoniacal si, mêlé avec un peu de chaux en poudre et d'eau, il s'en dégage une odeur vive; un sel à base de potasse, s'il ne possède pas cette propriété, si l'eau qui en est saturée précipite les dissolutions de platine concentrées, et s'il peut former de l'alun avec le sulfate d'alumine; un sel à base de soude, s'il n'est capable ni d'exhaler d'odeur vive avec la chaux, ni de former de précipités avec l'hydro-chlorate de platine.

2143. Toutes les fois, au contraire, que le sel sera insoluble dans l'eau, ou bien qu'y étant soluble, sa dissolution concentrée ou étendue sera précipitée par la potasse, ou la soude, ou l'ammoniaque, ou leurs carbonates, ou leurs hydro-sulfures, il aura pour base tout autre oxide que l'un de ces trois alcalis. Que faudra-t-il faire alors? s'assurer si c'est un sel de lithine en le calcinant avec un peu de soude sur une lame de platine; et, dans le cas où ce ne serait pas, extraire l'oxide pur ou combiné avec l'acide carbonique, de la manière suivante.

Si le sel est soluble dans l'eau, on l'y dissoudra et l'on y versera un excès de dissolution d'alcali ou de carbonate alcalin (*a*).

S'il est insoluble, on le réduira en poudre fine et on le fera bouillir avec dix à douze fois son poids d'eau, et une à deux fois son poids de sous-carbonate de potasse, en ayant soin, dans le cas où cette quantité de carbonate alcalin ne suffirait pas pour le décomposer complètement, de décanter la liqueur ou de la filtrer, et de traiter le résidu

(*a*) On doit se servir du carbonate alcalin lorsque l'alcali ne trouble pas le sel, ou lorsqu'un excès d'alcali redissout le précipité qu'il produit d'abord. Rappelons que, quelquefois, comme pour les sels d'or, il faut seconder l'action par la chaleur.

par une nouvelle quantité de matière alcaline (*a*) : après quoi, le dépôt que fournira le sel devra être lavé à grande eau et recueilli. Ce dépôt sera l'oxide ou le carbonate cherché; on en déterminera la nature comme nous avons dit (2089) : seulement, la première épreuve ne devra se faire sur le carbonate qu'autant qu'il aura été calciné jusqu'au rouge, avec un peu de noir de fumée, dans une petite cornue, afin d'en mettre la base à nu et de savoir si elle est soluble dans l'eau, si elle est âcre, caustique, alcaline, c'est-à-dire, si c'est de la baryte, de la strontiane ou de la chaux. Ajoutons toutefois que l'on pourra reconnaître encore ces trois alcalis par la propriété qu'ils ont de se dissoudre dans l'acide hydro-chlorique ou dans l'acide nitrique, et de former des hydro-chlorates et des nitrates neutres dont les solutions ne sont nullement troublées par l'ammoniaque, l'hydro-sulfure d'ammoniaque.

Nous n'avons pas fait mention, dans ce qui précède, des sels à bases végétales; mais comme ils sont solubles, et que l'ammoniaque en précipite ces bases, il sera toujours facile de les distinguer (vol. III, p. 175).

(*a*) Il arrivera très-rarement qu'on soit obligé d'employer deux fois du sous-carbonate de potasse. La décomposition sera complète lorsque tout le résidu se dissoudra avec effervescence dans l'acide nitrique, en supposant toutefois que l'oxide puisse s'unir à l'acide carbonique. S'il arrivait par hasard que le carbonate de potasse dissolvît tout le sel (et cela pourrait avoir lieu, par exemple, pour les sels d'urane), au lieu de carbonate alcalin, il faudrait essayer l'action des alcalis.

Il y a quelques sels insolubles dont la décomposition par les carbonates alcalins est très-difficile; mais on observe que ces sels sont tous décomposés par l'acide sulfurique, que leurs bases forment avec cet acide des sels insolubles, et que les sulfates qui en résultent sont facilement décomposés par le carbonate de potasse : dans ce cas, il y aurait donc de l'avantage à transformer le sel en sulfate. Au reste, en ne dissolvant pas tout le carbonate qui se produira, l'on sera toujours certain de ne dissoudre aucune partie du sel qu'il s'agit de décomposer : il restera dans le résidu de préférence au carbonate.

SECTION II.

Des procédés par lesquels on parvient à déterminer la quantité des acides et des oxides qui composent les sels.

2144. Ces procédés sont tout aussi variés que ceux que l'on suit dans l'analyse des oxides.

2145. *Premier procédé.* — Il consiste à mettre en contact l'acide avec l'oxide, et à tenir compte des quantités d'acide et d'oxide qui s'unissent, soit en les pesant toutes deux, s'il est possible, soit en pesant au moins l'une d'elles, et retranchant son poids de celui du sel desséché.

Supposons d'abord qu'il s'agisse de l'analyse du sulfate calcaire, qui est peu soluble, et dont la base est peu soluble elle-même : l'on prendra 10 à 12 grammes de chaux vive et pure, que l'on éteindra dans une capsule ; ensuite on la délaiera dans l'eau, et l'on versera dessus peu à peu de l'acide sulfurique faible, en ayant soin d'agiter la matière avec une spatule ; puis, lorsque l'acide sera en grand excès, l'on fera évaporer le tout jusqu'à siccité, et l'on calcinera le sulfate jusqu'au rouge, pour vaporiser l'eau et l'acide excédant : retranchant alors le poids de la chaux de celui du sulfate, l'on aura celui de l'acide (*a*). L'on ferait de la même manière l'analyse des sulfates de strontiane, de magnésie et de baryte (*b*).

(*a*) Il faut nécessairement verser sur la chaux un grand excès d'acide ; sans cela on n'aurait pas la certitude qu'elle serait toute entière neutralisée, à cause de l'espèce de bouillie qui se forme.

(*b*) Comme le sulfate de magnésie est soluble, il ne faudra verser d'acide que jusqu'à ce que la magnésie soit dissoute. Il en serait de même relativement à la base de tout autre sulfate soluble, bien entendu d'ailleurs que si le sulfate était décomposable par la chaleur, on ne l'exposerait pas à une très-haute température.

Supposons maintenant qu'il s'agisse de l'analyse du sulfate d'ammoniaque, qui est très-soluble, et dont l'acide et la base sont aussi très-solubles; ce qu'il y aura de mieux à faire sera de prendre deux dissolutions faibles, l'une d'acide et l'autre d'ammoniaque, dont on connaîtra les quantités d'acide et d'alcali réels, et de rechercher, en mêlant peu à peu l'alcali à l'acide, combien il faudra d'alcali pour neutraliser 100 ou 200 grammes d'acide.

Supposons enfin qu'il s'agisse de l'analyse de l'hydrochlorate d'ammoniaque, qui est solide, et dont la base et l'acide sont gazeux, on mesurera sur le mercure un certain volume d'acide, et l'on y fera passer peu à peu du gaz ammoniac jusqu'à ce que l'absorption soit totale. Par ce moyen, l'on déterminera facilement le rapport dans lequel les deux gaz se combineront, d'autant plus qu'il sera simple (*voyez* le tableau, tom. II, pag. 177), et l'on conclura de ce rapport et de la pesanteur spécifique des gaz, la proportion en poids de l'acide et de la base du sel.

2146. *Deuxième procédé.* — Le deuxième procédé est l'inverse du précédent. En effet, on l'exécute en prenant une certaine quantité de sel bien desséché, séparant l'acide de l'oxide, déterminant ainsi le poids de l'un d'eux au moins, et le retranchant de celui du sel même.

Si le sel est indécomposable par la chaleur, ou s'il ne se décompose qu'à une haute température, on le desséchera en le calcinant jusqu'au rouge; mais s'il ne peut résister à l'action d'une chaleur rouge, il faudra se contenter de l'exposer à la température de l'eau bouillante, ou mieux de le placer dans le vide, près d'un corps absorbant et sur du sable chaud.

La dessiccation étant faite, l'on procédera à la détermination des quantités d'acide et d'oxide.

On sait que la plupart des oxides sont insolubles dans

l'eau et capables d'être séparés par la potasse, la soude et l'ammoniaque. Il sera donc possible d'employer ce moyen pour en estimer la quantité; mais il faudra, 1°. que l'oxide ne se dissolve pas dans un excès d'alcali; 2°. qu'il n'absorbe pas d'acide carbonique, ou s'il en absorbe, qu'il le laisse dégager par l'action du feu sans éprouver d'altération : tels sont les oxides des sels de magnésie, d'alumine, de glucine, d'yttria, de zircône, de tritoxide de fer, de deutoxide de cuivre, etc.

Si la plupart des oxides sont insolubles dans l'eau, tous les acides, au contraire, y sont solubles, excepté l'acide tungstique et l'acide colombique; et encore l'eau a-t-elle une action marquée sur celui-ci. Par conséquent l'on ne pourra isoler au plus tout l'acide d'un sel par précipitation au moyen d'un autre acide, qu'autant que le sel sera un colombate ou un tungstate.

Il est peu d'acides qui ne forment avec quelques bases, et peu de bases qui ne forment avec quelques acides, des sels insolubles. L'on peut donc employer la voie des doubles décompositions (721) pour déterminer la quantité d'acide et d'oxide d'un grand nombre de sels. Citons pour exemple le sulfate de soude d'une part, et l'hydro-chlorate de baryte de l'autre. Que l'on dissolve dans l'eau une certaine quantité de sulfate de soude; que l'on y verse un excès de dissolution de nitrate, ou d'hydro-chlorate, ou d'acétate de baryte, on obtiendra un précipité de sulfate de baryte qui contiendra tout l'acide du sulfate de soude; que l'on fasse ensuite la même opération, mais en dissolvant dans l'eau une certaine quantité d'hydro-chlorate de baryte, et y ajoutant un excès de dissolution de sulfate de soude, ou de potasse, ou d'ammoniaque, l'on obtiendra encore un précipité de sulfate de baryte : celui-ci renfermera toute la baryte de l'hydro-chlorate. Que l'on recueille séparément ces deux précipités, qu'on les lave, qu'on les sèche et

qu'on les calcine : du poids du premier l'on conclura celui de l'acide du sulfate de soude, et du poids du second celui de la base de l'hydro-chlorate de baryte : car l'on trouve, par la combinaison directe (2145), que 291,39 parties de sulfate de baryte sont composées de 100 d'acide sulfurique et de 191,39 de baryte.

Lorsque l'acide sera faible, gazeux et très-peu soluble dans l'eau, il suffira, pour en connaître le poids, de prendre une fiole contenant de l'acide nitrique à 18° ou 20° de l'aréomètre, d'y projeter peu à peu le sel, et de retrancher du poids total de la fiole, de l'acide et du sel, celui de la fiole et du liquide qui s'y trouvera après l'entière dissolution de la matière saline : c'est ainsi qu'on détermine combien les carbonates contiennent d'acide carbonique (*a*).

Enfin, lorsque l'oxide sera fixe, qu'il n'éprouvera aucune altération à une haute température, ou qu'il n'éprouvera que des altérations dont il sera possible de tenir compte ; que l'acide ou ses principes pourront être volatilisés, il faudra calciner le sel dans un creuset de platine pour connaître la quantité de l'oxide. La plupart des nitrates, des nitrites et des carbonates sont composés d'acides et d'oxides qui sont dans ce cas.

2147. *Troisième procédé.* — Lorsqu'on met un proto-iodure, un proto-chlorure, un proto-sulfure de potassium, de sodium, etc. (*b*), en contact avec l'eau, il en résulte des hydriodates, des hydro-chlorates, des hydro-sulfures de potasse, de soude, qui sont neutres. Or, comme ce résultat

(*a*) On a le soin de ne pas employer un trop grand excès d'acide nitrique, et alors le poids de la petite quantité d'acide carbonique qui reste en dissolution se trouve à-peu-près compensé par celui de la vapeur d'eau qui est emportée par l'acide carbonique dégagé.

(*b*) Si tous les iodures, chlorures, sulfures, ne possèdent pas cette propriété, cela tient évidemment à ce que tous ne peuvent pas décomposer l'eau.

est dû à l'eau qui se décompose, et qu'elle est formée de 88,90 d'oxigène et de 11,10 d'hydrogène, il est évident que, connaissant la composition de l'hydracide ou de l'oxide qui se produit, et celle de l'iodure, du chlorure, etc., l'on en conclura celle de l'hydriodate, de l'hydro-chlorate, etc. Ce procédé n'est applicable, comme on voit, qu'aux sels dont l'acide a pour élémens l'hydrogène et un autre corps combustible.

2148. *Quatrième procédé.* — Si l'on sépare l'oxigène de l'acide et de l'oxide d'un sulfate, d'un sulfite, d'un iodate, d'un chlorate; et si l'on suppose que le soufre, l'iode, le chlore restent unis au métal de leur sel respectif, l'on obtiendra un sulfure, un iodure, un chlorure, correspondant au degré d'oxidation du métal : c'est ce qui a lieu quand on calcine la plupart des chlorates, et les iodates de potasse, de soude : aussi peut-on déterminer de cette manière la quantité d'oxigène uni, tant au métal qu'au corps combustible, dans ces différens sels. Par conséquent, la composition des sulfures, chlorures, iodures, étant donnée, il sera facile d'en déduire celle des sulfates, sulfites, chlorates, iodates, pourvu que l'on connaisse celle des oxides et des acides sulfurique, sulfureux, iodique et chlorique.

Il est probable que ce que nous venons de dire des sulfates, etc., est applicable aux phosphates, aux nitrates.

2149. *Cinquième procédé.* — Ce procédé est sans contredit le plus exact et le plus général; il est fondé sur la loi de composition à laquelle tous les sels sont soumis. Tous ceux qui sont du même genre et au même état de saturation, étant formés d'une telle quantité d'acide et d'oxide que la quantité d'acide est proportionnelle à la quantité d'oxigène de l'oxide, il suffit de connaître la composition des oxides et d'une espèce de sel d'un genre quel-

conque pour pouvoir déterminer, par le calcul, celle de toutes les espèces de ce genre. Par exemple, le deuto-sulfate neutre de cuivre est composé de 100 d'acide et de 99,126 de deutoxide; mais cette quantité de deutoxide contient 20 d'oxigène : par conséquent, tous les autres sulfates neutres doivent être composés de 100 d'acide et d'une quantité d'oxide qui contiendra 20 d'oxigène.

2150. Au reste, pour plus de certitude, il faudra toujours, autant que possible, employer divers procédés, et se servir de l'un pour vérifier l'autre. Les nombres que l'on trouvera devront être tels qu'en considérant deux sels de genres et d'espèces différens, et en supposant que la base de l'un se combine avec l'acide de l'autre, il en résulte deux autres sels au même état de saturation (704). Soit, comme exemple, le sulfate neutre de plomb et le sous-carbonate de soude qui, en se décomposant, donnent naissance à du sulfate neutre de soude et à du sous-carbonate de plomb : ces quatre sels sont formés, le premier, de 100 d'acide et de 278,89 de protoxide de plomb; le second, de 100 d'acide et de 141,387 de soude; le troisième, de 100 d'acide et de 78,187 de soude; et le quatrième, de 100 d'acide et de 504,339 de protoxide de plomb. Si l'on opère sur 378,89 de sulfate de plomb, comme ces 378,89 renferment 100 d'acide sulfurique, il faudra, pour en opérer la décomposition, une quantité de sous-carbonate de soude qui contienne 78,187 de soude; cette quantité sera de 133,487 : il y aura, par conséquent, 278,187 de protoxide de plomb et 55,3 d'acide carbonique, qui seront séparés tant du sulfate de plomb que du sous-carbonate de soude. Or, ces deux quantités sont précisément dans le même rapport que celles d'acide et d'oxide qui constituent le sous-carbonate de plomb, ce qui doit être lorsque l'analyse est bonne : elle serait évidemment mauvaise si ces quantités étaient dans un autre rapport. Cette méthode très-simple de véri-

fication a été proposée par Richter et M. Guyton. (*Ann. de Chimie*, tome XXV, page 292.)

CHAPITRE VI.

Analyse des Eaux minérales.

2151. Les eaux qu'on appelle *minérales* sont celles qui contiennent assez de matières étrangères pour être sapides et avoir une action très-marquée sur l'économie animale. Leur température est très-variable : il en est qui sont chaudes; quelques-unes même le sont presque autant que l'eau bouillante; tandis que d'autres, au contraire, sont au même degré de chaleur que l'atmosphère : de là celles qui prennent le nom de *thermales*, et celles qui, par opposition, prennent le nom de *froides*. Ce phénomène remarquable dépend, à n'en pas douter, des terrains que les eaux traversent avant d'arriver dans les lieux où elles se rassemblent.

2152. Les substances qu'on y a annoncées jusqu'à présent sont :

L'oxigène;
L'azote,
L'acide carbonique,
L'hydrogène sulfuré,
L'acide borique,
L'acide sulfureux,
La silice,
La soude,
Les sulfates de soude, d'ammoniaque, de chaux, de magnésie, d'alumine, de potasse, de fer, de cuivre;
Les nitrates de potasse, de chaux, de magnésie;
Les hydro-chlorates de potasse, de soude, d'ammoniaque, de chaux, de magnésie, d'alumine, de manganèse, de baryte;

Les carbonates de potasse, de soude, de magnésie, de chaux, d'ammoniaque, de fer ;

Le sous-borate de soude ;

Des matières végétales et animales en petite quantité.

2153. L'*azote* paraît exister dans toutes les eaux dont la température n'est pas très-élevée.

Il en est de même de l'*oxigène*.

Il en est peu aussi, ou plutôt il n'en est point qui ne renferment quelques traces d'*acide carbonique :* on le rencontre particulièrement dans celles qui sont mousseuses ; elles en contiennent plusieurs fois leur volume.

L'*hydrogène sulfuré* fait partie de toutes celles qui ont une odeur d'œufs pourris.

L'*acide sulfureux*, de quelques-unes de celles qui avoisinent les volcans.

L'*acide borique*, de quelques lacs d'Italie (334).

La *silice*, de celles de Geyser et de Rykum en Islande, de celles de Carlsbad et de quelques autres.

La *soude*, de celles de Geyzer et de Rykum.

Les *sulfates de soude*, *de chaux*, *de magnésie ;* les *hydro-chlorates de soude*, *de chaux*, *de magnésie ;* les *carbonates de soude*, *de chaux*, *de magnésie*, *de fer*, sont les sels qu'on rencontre le plus souvent dans les eaux minérales. Ces trois derniers carbonates y sont ordinairement tenus en dissolution à la faveur de l'acide carbonique.

L'*hydro-chlorate d'ammoniaque*, le *sulfate d'ammoniaque*, le *sulfate de fer*, l'*alun*, le *sulfate de cuivre*, le *nitrate de potasse*, le *nitrate de chaux*, le *borax*, ne s'y trouvent que rarement. Les trois premiers appartiennent, comme l'acide sulfureux, à quelques-unes de celles qui sont voisines des volcans ; le sulfate de cuivre, à celles qui coulent à travers des couches pyriteuses ; et le borax, à quelques lacs de l'Inde et de l'Italie.

S'il est vrai que le *nitrate de magnésie*, l'*hydro-chlorate de potasse*, le *carbonate de potasse*, le *carbonate d'ammoniaque*, soient aussi des ingrédiens des eaux minérales, du moins sont-ils encore plus rares que les précédens.

Enfin, quoique Bergmanu ait annoncé l'existence de l'*hydro-chlorate de baryte* et de l'*hydro-chlorate de manganèse* dans les eaux minérales, nous doutons fort qu'ils en fassent quelquefois partie ; nous doutons également que l'on y rencontre l'hydro-chlorate d'alumine qu'y a admis le docteur Withering.

2154. Toutes ces substances ne se trouvent jamais ensemble dans une eau minérale, d'autant plus qu'il en est quelques-unes qui se décomposent réciproquement : tel est, par exemple, le sous-carbonate de soude, relativement aux sulfates, nitrates et hydro-chlorates de chaux et de magnésie : la même eau en contient rarement au-delà de huit; rarement aussi elle renferme une grande quantité de l'une d'elles.

Parmi les substances qui entrent dans la composition d'une eau minérale, il en est toujours qui, par leur abondance ou leur énergie, ont la plus grande influence sur les propriétés que cette eau possède : de là, la division qu'on fait des eaux minérales en quatre classes : eaux hépatiques ou sulfureuses ; eaux acidules ou gazeuses ; eaux ferrugineuses ; eaux salines : mais il est évident, d'après le principe même de la classification, qu'il doit exister des classes mixtes.

2154 *bis*. On peut presque toujours, par de simples essais, reconnaître la nature de la majeure partie des substances contenues dans les eaux.

Lorsqu'elles contiennent :

1°. *De l'hydrogène sulfuré*, elles ont une odeur d'œufs pourris; elles précipitent les dissolutions de plomb en noir, et perdent ces deux propriétés en les faisant bouillir.

2°. *De l'acide carbonique*, elles sont aigrelettes, quelquefois mousseuses; elles rougissent faiblement le tournesol, ou du moins, à la chaleur de l'ébullition, elles laissent dégager un gaz qui précipite l'eau de chaux.

3°. *Des sulfates*, elles forment avec le nitrate ou l'hydro-chlorate de baryte un précipité blanc insoluble dans un excès d'acide.

4°. *Des hydro-chlorates*, le nitrate d'argent y fait naître des flocons blancs sur lesquels l'acide nitrique est sans action, et que l'ammoniaque redissout tout de suite.

5°. *Des carbonates insolubles*, c'est-à dire, *de magnésie*, ou *de chaux*, ou *de fer*, elles se troublent ordinairement en les portant à l'ébullition, parce que l'acide carbonique qui tient ces carbonates en dissolution reprend l'état de gaz. Ce ne serait qu'autant qu'elles ne contiendraient point de carbonate de fer, et qu'elles ne contiendraient que des traces de carbonates de chaux et de magnésie, que le trouble n'aurait pas lieu.

6°. *Du carbonate de fer sans sulfate de ce métal*, l'ébullition y fait naître un dépôt coloré en jaune; elles précipitent en gris-noir par l'infusion de noix de galle; ne précipitent en bleu par l'hydro-cyanate de potasse, que par l'addition d'un peu d'acide, et cessent de précipiter ainsi, par ces deux réactifs, après avoir été chauffées et filtrées.

7°. *Du carbonate de chaux ou de magnésie sans carbonate et sulfate de fer*, elles ne précipitent ni en gris-noir par l'infusion de noix de galle, ni en bleu par l'hydro-cyanate ferrugineux de potasse, et elles laissent, par la chaleur, déposer une poudre blanche si le carbonate est en quantité très-sensible.

8°. *Du sulfate de fer*, elles conservent la propriété de précipiter en gris noir et en bleu, après avoir été soumises à la chaleur de l'ébullition; et de plus, elles ont toujours une saveur acerbe et métallique.

9°. *Du carbonate de soude ou de potasse*, elles verdissent le sirop de violettes après qu'elles ont bouilli; et si on les filtre alors et qu'on y verse un acide, il s'en dégage du gaz carbonique, si ce n'est à froid, du moins à chaud.

10°. *Des sels calcaires*, l'acide oxalique y produit un précipité blanc: si les sels calcaires sont autres que le carbonate de chaux, le même acide les trouble également avant et après leur ébullition. Observons cependant que cet effet pourrait avoir lieu même avec le carbonate de chaux, parce que l'eau en dissout quelques traces; mais alors le précipité serait extrêmement faible.

11°. *Des sels magnésiens autres que le carbonate*, elles laissent déposer une poudre blanche, si, après les avoir fait bouillir, les avoir filtrées et les avoir laissé refroidir, l'on y verse du carbonate saturé, qu'on les filtre et qu'on les fasse bouillir de nouveau.

12°. *Des sels de cuivre*, elles deviennent bleues par l'ammoniaque, et ne tardent point à recouvrir de ce métal le barreau de fer qu'on y plonge.

13°. *Des sels ammoniacaux autres que le carbonate*, elles fournissent par l'évaporation un résidu qui, mêlé avec la chaux, laisse dégager une odeur vive et pénétrante d'ammoniaque.

14°. *De l'acide sulfureux*, elles rougissent fortement le tournesol; elles laissent précipiter du soufre par l'hydrogène sulfuré; elles ont ou peuvent avoir une odeur de soufre en combustion, et donnent, du moins par la distillation, une eau acide qui, combinée avec la soude et exposée à l'air, ne tarde point à former avec les sels de baryte un précipité insoluble dans les acides.

15°. *Du carbonate d'ammoniaque*, elles donnent à la distillation une eau qui est alcaline.

16°. Enfin lorsqu'elles contiennent *des nitrates*, si l'on y verse de la potasse jusqu'à ce qu'il ne s'y fasse plus de

précipité, qu'on les filtre et qu'on les évapore, il en résulte un résidu qui, projeté sur les charbons incandescens, en augmente la combustion çà et là.

2155. Au reste, la méthode d'analyse que nous allons indiquer est générale, et n'exige qu'un très-petit nombre des essais dont nous venons de parler.

Elle consiste à déterminer d'abord la proportion des différens gaz ou matières volatiles qui peuvent être contenues dans l'eau minérale, à évaporer ensuite une assez grande quantité de cette eau pour se procurer 15 à 20 grammes de résidu, à traiter ce résidu par l'eau distillée pour dissoudre tous les corps qui peuvent y être très-solubles, à évaporer la nouvelle dissolution jusqu'à siccité, et à mettre en contact la matière restante avec de l'alcool, à une douce chaleur. Par ce moyen, l'on partage en trois parties le résidu provenant de l'eau minérale; et comme il est rare qu'il contienne plus de cinq à six substances, il en résulte que chaque fraction en contient au plus deux ou trois qu'il est toujours facile de reconnaître et que l'on peut isoler, ou du moins dont on peut apprécier le poids : on rend ainsi très-simple une analyse très-compliquée.

Extraction des matières volatiles.

2155 *bis*. La quantité d'azote et d'oxigène se détermine en remplissant d'eau un ballon, y adaptant un tube recourbé plein d'eau lui-même, engageant l'extrémité du tube sous une éprouvette pleine de mercure et portant l'eau à l'ébullition : seulement il est nécessaire de faire passer dans l'éprouvette un peu de potasse ou de soude caustique, afin d'absorber l'acide carbonique ou l'hydrogène sulfuré que l'eau pourrait contenir : bien entendu que l'introduction de l'alcali ne devrait avoir lieu qu'après l'extraction du gaz, si l'eau était sulfureuse (1096). D'ailleurs, lorsqu'on

connaît le volume total de l'oxigène et de l'azote, relativement à celui de l'eau, on peut estimer celui de l'un et celui de l'autre en soumettant le mélange à l'analyse (125 *bis*). Les eaux minérales contiennent rarement autant d'oxigène et d'azote que l'eau ordinaire, et n'en contiennent jamais plus.

2156. L'un des meilleurs moyens de déterminer la quantité de gaz carbonique est de remplir d'eau, aux trois quarts, un matras de 8 à 10 litres, d'y adapter un tube que l'on fera rendre à travers un bouchon au fond d'une éprouvette, de verser une dissolution d'ammoniaque et d'hydro-chlorate de chaux dans cette éprouvette, de surmonter le bouchon destiné à la fermer d'un autre tube recourbé qui plongera dans l'eau, de faire bouillir peu à peu l'eau du matras lorsque l'appareil sera ainsi disposé, et de soutenir l'ébullition pendant deux à trois minutes. De cette manière on sera certain de volatiliser tout l'acide carbonique; il arrivera tout entier dans la dissolution d'ammoniaque et d'hydro-chlorate calcaire, où, par l'influence de l'ammoniaque, il s'unira à la chaux; il en résultera donc du carbonate de chaux qui se précipitera, et qui, recueilli, lavé et séché, donnera par son poids celui de l'acide carbonique, et, par conséquent, le volume de cet acide (*a*) (*b*).

Dans le cas où, par hasard, l'eau contiendrait de l'acide

(*a*) Le carbonate de chaux est formé de 100 d'acide et de 128,75 de chaux; le poids d'un litre d'acide est de 1,9805, à 0 et sous la pression de 0m.,76.

(*b*) On se rappelle que les carbonates saturés laissent dégager une certaine quantité de leur acide à la température de l'eau bouillante. Si donc la liqueur contenait un carbonate, il faudrait en conclure que ce carbonate serait au moins neutre en partie; il pourrait l'être tout entier, comme il se pourrait faire aussi que l'acide fût en excès. On le saurait en comparant la quantité de gaz carbonique dégagé à la quantité de sous-carbonate que l'on obtiendrait dans le cours de l'analyse (2163, 2165), et se rappelant que les bases absorbent deux fois autant d'acide carbonique pour passer à l'état neutre que pour passer à l'état de sous-sel.

sulfureux, on y ajouterait, avant de la chauffer, un peu d'acétate calcaire pour fixer cet acide : sans cela il pourrait se volatiliser en partie, et donner lieu à un peu de sulfite de chaux insoluble.

2157. C'est par un procédé analogue que l'on peut déterminer la quantité d'hydrogène sulfuré. Il n'y a d'autre différence qu'en ce que l'on met alors une dissolution d'acétate acide de plomb dans l'éprouvette. Cet acétate n'a aucune action sur l'acide carbonique; mais il absorbe et décompose l'hydrogène sulfuré, en donnant lieu à du sulfure de plomb qui se dépose sous forme de flocons noirs. Or, comme le sulfure de plomb est composé de 100 parties de plomb et de 15,45 de soufre, et qu'un litre d'hydrogène sulfuré, à zéro et sous la pression de $0^m,76$, contient $1^g,4581$ de soufre, il sera facile, par le poids du sulfure, de trouver la quantité de ce gaz.

2157 *bis*. Les deux procédés que nous venons d'indiquer (2156 et 2157) doivent être nécessairement suivis, lorsque l'eau minérale contient tout à la fois de l'acide carbonique et de l'hydrogène sulfuré; mais, lorsqu'elle ne contient que l'un des deux, il est plus simple de mettre une certaine quantité de cette eau dans un matras, de manière à remplir celui-ci aux $\frac{4}{5}$, d'adapter au col du matras un tube recourbé qui s'engage sous un flacon plein de mercure, de chauffer la liqueur et de la maintenir en ébullition pendant deux à trois minutes. Tout l'air et tout le gaz carbonique ou l'hydrogène sulfuré passeront, avec une petite quantité d'eau, dans le flacon; on les mesurera et on les séparera par un peu de potasse, qui n'aura aucune action sur l'air, et qui absorbera le gaz acide ou le gaz sulfuré. A la vérité, l'eau vaporisée retiendra soit de l'acide carbonique, soit de l'hydrogène sulfuré, dont il faudra tenir compte : l'on y parviendra avec assez d'exactitude en agitant l'eau avec le gaz pour la saturer, la mesurant et se

rappelant que, sous la pression de 76 centimètres, elle dissout une fois son volume d'acide carbonique à la température de 20°, et près de trois fois son volume d'hydrogène sulfuré à celle de 11°.

2158. Lorsque les eaux contiennent de l'acide sulfureux, ce qui arrive très-rarement, et qu'on veut connaître la quantité de cet acide, il faut le transformer par le chlore en acide sulfurique, précipiter celui-ci par le nitrate acide de baryte, recueillir le sulfate, le laver, le sécher et le calciner. 100 parties de ce sulfate représentent en poids 27,47 d'acide sulfureux. Si les eaux contenaient en même temps de l'acide sulfurique, on en tiendrait compte, en versant dans une autre portion d'eau minérale du nitrate acide de baryte, comme nous venons de dire, et retranchant le précipité que l'on obtiendrait de celui que l'on aurait obtenu d'abord.

2158 *bis*. Quant au carbonate d'ammoniaque, qui, comme l'acide sulfureux, se trouve aussi très-rarement dans les eaux, on en apprécie la proportion en distillant une certaine quantité de ces eaux, les condensant dans un ballon qui contient un peu d'acide hydro-chlorique, et faisant évaporer ensuite la liqueur jusqu'à siccité. Le poids de l'hydro-chlorate d'ammoniaque qui se produit donne celui du sous-carbonate.

Extraction des matières fixes.

2159. C'est en évaporant les eaux jusqu'à siccité qu'on se procure ces matières. L'évaporation pourra être faite dans une bassine de cuivre étamée : il serait mieux de l'opérer dans une bassine d'argent. Lorsqu'elle sera terminée, il faudra enlever le résidu avec le plus grand soin. A cet effet, on en retirera d'abord le plus possible avec une carte et la barbe d'une plume ; mais comme il en restera

d'adhérent aux parois de la capsule, on rincera ces parois à plusieurs reprises avec de l'eau distillée, en les frottant avec le doigt. Par ce moyen, l'on dissoudra ou l'on détachera le reste, que l'on obtiendra par une nouvelle évaporation en la faisant dans une petite capsule de porcelaine. Lorsqu'on se sera procuré ainsi, d'une quantité connue d'eau, 15 à 30 grammes de résidu, on traitera ce résidu par l'eau, après l'avoir bien séché et en avoir pris exactement le poids.

2160. *Traitement des matières fixes par l'eau distillée.* — Cette opération se fera en introduisant les matières dans une fiole avec sept à huit fois leur poids d'eau distillée, portant la liqueur à l'ébullition, la filtrant au bout de quelques minutes, à moins qu'elle ne soit limpide, et lavant le filtre.

2161. *Traitement, par l'alcool, des matières fixes solubles dans l'eau.* — Cette nouvelle opération se fera à-peu-près comme la précédente. Après avoir évaporé jusqu'à siccité la dissolution provenant de l'action de l'eau sur les matières fixes et pesé le résidu, on le traitera à plusieurs reprises et à l'aide d'une légère chaleur par de l'alcool concentré; puis l'on filtrera la liqueur, on lavera le filtre avec de l'alcool, et l'on retirera par l'évaporation les substances qui se seront dissoutes : après quoi ces substances seront séchées et pesées, ainsi que celles que l'alcool n'aura pas attaquées.

2162. Au moyen de ces opérations successives, l'on partagera donc en trois parties les matières fixes que l'eau pourra contenir. Examinons maintenant quelles peuvent être ces matières, et quels sont les meilleurs moyens de les séparer.

2163. *Matières fixes insolubles dans l'eau.* — La partie insoluble dans l'eau sera composée au plus de carbonates de chaux, de magnésie et de fer, de sulfate de chaux,

et de silice. Supposons qu'elle contienne ces cinq corps, on en prendra le poids dès qu'elle sera desséchée, et on la mettra en contact dans une capsule, avec un très-petit excès d'acide hydro-chlorique faible. Les carbonates de chaux, de magnésie et de fer se dissoudront; ils seront séparés, par la filtration et un lavage convenable, du sulfate de chaux et de la silice. En rendant les hydro-chlorates très-acides et y versant de l'ammoniaque, on en précipitera l'oxide de fer, qui, recueilli, lavé et séché, donnera par son poids celui du carbonate de fer. Ajoutant ensuite du sous-carbonate d'ammoniaque à la liqueur ammoniacale, la chaux se déposera à l'état de sous-carbonate; tandis que la magnésie restera dissoute toute entière. On évaporera la dissolution filtrée jusqu'à siccité, puis l'on traitera le résidu par l'eau : tous les sels se dissoudront de nouveau moins le carbonate de magnésie, que l'on recueillera comme celui de chaux. (*Voy.* ce qui a été dit à ce sujet, 2102.)

Quant au sulfate de chaux et à la silice, il suffira, pour les isoler, de les faire chauffer avec un excès de sous-carbonate de potasse, et de traiter par l'acide hydro-chlorique leur résidu bien lavé. Le sous-carbonate décomposera le sulfate de chaux, et l'acide hydro-chlorique dissoudra le carbonate de chaux qui en résultera, de sorte que la silice restera intacte. Si l'on veut reformer le sulfate de chaux, afin d'en apprécier plus exactement le poids, l'on versera du sous-carbonate de potasse ou de soude dans la liqueur filtrée, et de l'acide sulfurique sur le précipité qui se fera, etc.

2164. *Matières fixes solubles dans l'eau et dans l'alcool très-concentré.* — Les matières solubles tout à la fois dans l'eau et dans l'alcool sont seulement l'hydro-chlorate de chaux, l'hydro-chlorate de magnésie, le nitrate de chaux, le nitrate de magnésie, la soude, l'hydro-chlorate d'ammoniaque, le sel marin, et encore ne se dissout-il dans

l'alcool que peu de sel ammoniac et de sel marin. On reconnaît la plupart de ces différens corps comme nous l'avons dit précédemment (2154 *bis*). La soude exclut les hydro-chlorates et nitrates de chaux et de magnésie; elle exclut aussi l'hydro-chlorate d'ammoniaque, de sorte qu'elle ne peut se trouver qu'avec le sel marin; mais on sait qu'elle n'existe que très-rarement dans les eaux minérales, qu'il en est de même de l'hydro-chlorate d'ammoniaque : par conséquent, la partie soluble dans l'eau et dans l'alcool concentré sera composée généralement au plus d'hydro-chlorates et de nitrates de chaux, de magnésie, et de sel marin. Pour en estimer la quantité, voici ce qu'il faudra faire :

L'on dissoudra ces sels dans l'eau et l'on y versera un excès de sous-carbonate d'ammoniaque : il en résultera du carbonate de chaux qui se précipitera, du nitrate d'ammoniaque, de l'hydro-chlorate d'ammoniaque, et du sous-carbonate ammoniaco-magnésien, qui resteront en dissolution avec l'excès de carbonate d'ammoniaque et le sel marin. La dissolution étant filtrée, on la fera évaporer jusqu'à siccité, puis on calcinera le résidu jusqu'au rouge; le carbonate, le nitrate et l'hydro-chlorate d'ammoniaque se décomposeront ou se volatiliseront nécessairement, en sorte qu'il ne restera dans le creuset que le sel marin et la magnésie : par l'eau, qui dissout le sel et est sans action sur la base, il sera facile de les séparer. Voilà donc déjà la quantité de sel marin connue, ainsi que les quantités de magnésie et de chaux. Que reste-t-il à faire ? déterminer les quantités d'acide hydro-chlorique et d'acide nitrique unies à ces deux dernières bases : à cet effet, il faudra reprendre une certaine quantité de la matière saline à analyser, la dissoudre dans l'eau et y ajouter un excès de nitrate d'argent : tout ce qui est acide hydro-chlorique, en agissant sur l'oxide d'argent, sera transformé en chlorure dont le poids indiquera

précisément toute la quantité d'acide. En retranchant de celle-ci celle qui appartient au sel marin, on aura celle qui fera partie des hydro-chlorates de chaux et de magnésie. Quant à l'acide nitrique, nous pensons que, pour en déterminer la quantité par expérience, il faudra reprendre encore une portion de la matière saline, la dissoudre dans l'eau et la précipiter par le carbonate d'ammoniaque, comme nous l'avons dit tout-à-l'heure, et évaporer la liqueur filtrée en ménageant l'évaporation à la fin. Le résidu contiendra évidemment tout le nitrate d'ammoniaque provenant de la décomposition des nitrates de chaux et de magnésie, plus le sel marin, etc. On l'introduira dans une petite cornue, du col de laquelle partira un tube qui s'engagera jusqu'au haut d'une cloche pleine de mercure; l'on chauffera peu à peu la cornue, et bientôt le nitrate d'ammoniaque se convertira en eau et en protoxide d'azote; celui-ci se rendra dans la cloche avec l'air de l'appareil; mais comme, par le refroidissement, il rentrera dans la cornue autant de gaz qu'il en sortira par l'élévation de température, ce qu'il en restera dans la cloche représentera exactement la quantité de protoxide, et par conséquent la quantité d'acide nitrique, en supposant toutefois que la température et la pression ne changent pas dans le cours de l'opération. On voit en dernier résultat que la quantité de sel marin sera connue directement, mais que les quantités de nitrates et d'hydro-chlorates de chaux et de magnésie ne le seront que par celles de leurs bases et de leurs acides. Seulement, comme le sel marin est à l'état d'hydro-chlorate de soude dans l'eau minérale et qu'ici il se trouve à l'état de chlorure métallique, il faudra y joindre la quantité d'oxigène et d'hydrogène nécessaires pour le transformer en hydro-chlorate.

2165. *Matières fixes solubles dans l'eau et insolubles dans l'alcool très-concentré.* — Les matières fixes solubles dans l'eau et insolubles dans l'alcool sont plus nombreuses

que les précédentes. On en compte 13 : savoir, les sulfates de soude, de magnésie, d'ammoniaque, de fer, de cuivre ; l'alun, le nitrate de potasse, les hydro-chlorates de potasse et de soude transformés par la dessiccation en chlorures, les sous-carbonates de potasse et de soude, le sous-borate de soude et l'acide borique (*a*).

2166. Les sulfates de magnésie, d'ammoniaque, de fer, de cuivre, les hydro-chlorates et les sous-carbonates de potasse et de soude, se reconnaissent aux caractères que nous avons exposés en parlant des épreuves à faire subir aux eaux minérales (2154 *bis*) ; le sulfate de soude et le nitrate de potasse, en dissolvant les matières dans l'eau et les soumettant à la cristallisation (*b*) ; le borax, par la précipitation d'acide borique que l'acide sulfurique produira dans une dissolution concentrée de ces matières ; l'acide borique, par la cristallisation, de même que le sulfate de soude et le nitrate de potasse ; l'alun, de la même manière aussi, ou bien par l'extraction de l'alumine.

2167. Au reste, il s'en faut beaucoup qu'on rencontre ces différens sels ensemble ; plusieurs ne peuvent se trouver dans la même eau, et la plupart n'entrent que rarement dans la composition des eaux minérales. En effet, les sulfates d'ammoniaque, de fer, de cuivre ; l'alun, le nitrate, l'hydro-chlorate, le carbonate de potasse, le borax, l'acide borique, n'en font presque jamais partie, et par cela même qu'une eau contient du sous-carbonate de soude ou de potasse, elle ne saurait contenir ni sulfate de magnésie, ni alun, ni sulfate de fer, ni sulfate de cuivre, ni acide borique libre. Ainsi le sulfate de soude, le sulfate

(*a*) Le sel marin étant peu soluble dans l'alcool, doit nécessairement faire partie de ces matières.

(*b*) Ces deux sels, faciles à distinguer parce que l'un fait brûler vivement les charbons incandescens, et que l'autre n'a aucune action sur eux, affecteront la forme de longues aiguilles (825, 905).

de magnésie, l'hydro-chlorate de soude et le sous-carbonate de soude, sont donc presque les seules matières solubles dans l'eau et insolubles dans l'alcool, qu'elles renferment : encore ne peut-il exister que trois de ces matières ensemble, puisque le sulfate de magnésie et le sous-carbonate de soude se décomposent réciproquement. Exposons comment l'on peut en estimer la quantité.

2168. Supposons d'abord qu'il n'y ait point de sulfate de magnésie : en traitant le mélange à plusieurs reprises par de l'alcool dont la pesanteur spécifique sera de 0,875, l'on dissoudra tout le sel marin ; versant ensuite de l'acide acétique sur le sulfate et le carbonate de soude, l'on transformera celui-ci en acétate, lequel étant très-soluble dans l'alcool, sera facile à séparer du sulfate. La quantité d'acétate donnera celle de carbonate.

2169. Supposons maintenant qu'il n'y ait point de carbonate de soude, l'on séparera toujours le sel marin par de l'alcool à 0,875 ; puis l'on dissoudra le résidu dans l'eau, et l'on y versera de l'hydro-chlorate de baryte jusqu'à ce qu'il ne se fasse plus de précipité, en ayant soin toutefois de ne pas ajouter un excès d'hydro-chlorate. Les sulfates de soude et de magnésie seront décomposés tout-à-coup, et de cette décomposition résulteront du sulfate de baryte insoluble et des hydro-chlorates de soude et de magnésie très-solubles. Faisant alors évaporer la liqueur, et calcinant jusqu'au rouge, dans un creuset de platine, l'hydro-chlorate de soude et l'hydro-chlorate de magnésie qui composeront la matière restante, celui-ci laissera dégager son acide, et l'autre passera à l'état de chlorure de sodium : on obtiendra donc un mélange de ce chlorure et de magnésie, très-faciles à séparer l'un de l'autre, puisque le chlorure est soluble et que la magnésie ne l'est pas. De la quantité de chlorure l'on conclura la quantité de soude : 100 de chlorure représentent 53,48 d'alcali ; et par les quantités de

NOMS des EAUX.	QUANTITÉ d'eau.	GAZ (*)		CARBONATES.				HYDRO-CHLORATES.			SULFATES.			AUTRES MATIÈRES.	OBSERVATIONS
		Acide carbonique.	Hydrogène sulfuré.	de Chaux.	de Magnésie.	de Soude.	de Fer.	de Soude.	de Chaux.	de Magnésie.	de Soude.	de Chaux.	de Magnésie.		
Aix (1).....	quantité indéterm.	quantité indéterm.	quantité indéterm.	quantité indéterm.	....	....	quantité indéterm.	....	....	quantité indéterm.	quantité indéterm.	quantité indéterm.	quantité indéterm	Plus, un peu de matière extractive animale.	Toutes le quantités so exprimées e anciens poids si ce n'est l quantité d'ea d'Aix-la-Chapelle et de Ba- laruc, et d eurs principes fixes. L'expressio p. c. signifie pouces cubes, celle g^{me} ou g^{e} signifie gramme, et celle g^{s} signifie grain. La matière résineuse s'obtient en évaporant les eaux jusqu'à siccité, et traitant successivement le résidu par l'eau et l'alcool. Celui-c la dissout entièrement.
Aix-la-Chapelle (2)...	1000 g^{mes}.	18 $p. c.$,05.	28 $p. c.$,54	0,1304 g^{e}	0,0440 g^{e}	0,5444 g^{e}.	....	2,9697 g^{ns}	....	....	0,2637 g^{es}	....	....	Plus, $0g^{e}$,0705 de silice.	
Bagnères-de-Luchon (3).	quantité indét. (*c*).	....	quantité indéterm.	....	....	quantité indéterm.	....	quantité indéterm.	....	....	quantité indéterm.	....	....	Plus, un peu de silice et de matière extractive.	
Balaruc (4)..	6000 g^{mes}.	36 p. c...	....	7 gram..	0,55 g^{mes}.	....	des atomes ..	45,05 g^{es}.	5,45 g^{es}..	8,25 g^{es}.	....	4,20 g^{es}..	....	Suivant M. Saint-Pierre, elle laisse dégager beaucoup d'azote à la source.	
Enghien (5)..	100 livres	185 grains	700 p. c..	214 g^{ns}..	13 $\frac{1}{5}$ g^{ns}..	....	....	24 g^{ns}...	....	80 grains.	....	333 g^{ns}..	158 g^{ns}..	Plus, un peu de matière extractive et de silice.	
Mont-d'Or (6) (*a*).....	26 pintes.	130 grains	....	116 g^{ns}...	38 grains.	....	11 grains.	145 g^{ns}..	....	....	57 g^{ns}...	....	....	Plus, 62 grains d'alumine.	
Passy (7) (*b*).	1 pinte...	0,20 grains	....	....	....	....	0,80 g^{ns}..	6,60 g^{ns}..	....	....	....	43,2 g^{ns}..	22,6 g^{ns}.	Plus 7 grains $\frac{1}{2}$ d'alun, 17 grains $\frac{1}{4}$ de sulfate de fer, et un atome de bitume.	
Plombières (8)........	1 pinte...	....	....	$\frac{1}{2}$ grain..	....	2, $\frac{1}{6}$ grains	....	1 $\frac{1}{4}$ grain.	....	....	2 g^{ns} $\frac{1}{3}$...	....	....	Plus, 1 grain et 1 tiers de silice, et 1 grain 1 douzième de matière animale.	
Pyrmont (9).	100 livres	1500 g^{ns}.	....	348,75 g^{ns}	339 g^{ns}..	....	105,5 g^{ns}.	122 g^{ns}...	....	134 g^{ns}..	289 (*d*)..	....	547 (*d*)..	Plus 9 grains de principe résineux.	
Sedlitz (10)..	5 livres..	6 grains..	....	9.75 g^{ns}..	6,25 g^{ns}..	....	....	....	....	....	34,5 g^{ns}..	25,75 g^{ns}.	1410 g^{ns}..	Plus, 3 grains trois quarts de matière résineuse.	
Seltz (11)....	2 pintes $\frac{3}{4}$.	près de 60 p. c...	....	17 grains.	29,5 g^{ns}.	24 grains.	....	109,5 g^{ns}.							
Spa (12)....	100 livres	1080 p. c.	....	154,5 g^{ns}.	363,5 g^{ns}.	154,5 (*d*).	59,2 g^{ns}.	18,2 g^{ns}.							

(1) Le docteur Bonvoisin.
(2) Reumont, médecin, et Monheim, pharmacien.
(3) Bayen.
(4) Figuier.
(5) Fourcroy.
(6) Bertrand, médecin et inspecteur des eaux.
(7) Déyeux.
(8) Vauquelin.
(9) Vestrumb.
(10) D'après Bouillon-Lagrange.
(11) Bergmann.
(12) Bergmann.

(*a*) Fontaine de la Magdeleine. | (*b*) Nouvelles eaux minérales. | (*c*) Une livre d'eau fournit à peine deux grains et demi de résidu. | (*d*) Cristallisé.

(*) Il aurait fallu dire à quelle température et sous quelle pression les gaz ont été recueillis, quand on se contente d'en donner le volume : c'est ce que ne font point les auteurs des analyses.

soude et de magnésie, l'on connaîtra celles des sulfates de ces bases, dont le poids de l'acide sera donné d'ailleurs par celui du sulfate de baryte obtenu.

2170. Nous ne ferons pas d'autres observations sur l'analyse des eaux minérales : il nous suffira de faire remarquer de nouveau que comme, par la méthode que nous avons indiquée (2155), nous partageons en trois et même quatre parties les substances que les eaux minérales contiennent, il sera toujours facile de les isoler, parce qu'elles sont rarement au-delà de huit, et qu'on les reconnaît sans peine. D'ailleurs, dans tous les cas, il faudra consacrer la première analyse à la recherche de ces substances, et une seconde à leur séparation. On trouvera, dans le tableau suivant, la composition de plusieurs eaux minérales. (*Voyez* le tableau ci-joint.) Nous n'en avons cité que quelques-unes comme exemple ; il en existe un bien plus grand nombre.

2171. M. Murray, considérant que les sels qu'on retire des eaux minérales par l'évaporation sont quelquefois un produit de la cohésion ; que la proportion de leurs principes constituans est parfaitement connue, préfère, à la méthode que nous venons de décrire, de déterminer directement les quantités d'acides et de bases qui entrent dans la composition des eaux minérales, et de rechercher ensuite dans quel état de combinaison ils peuvent exister.

Supposons que les réactifs aient indiqué, dans une eau minérale, des carbonates, des sulfates et des hydro-chlorates de soude, de chaux et de magnésie, voici comme il faudra la traiter, d'après M. Murray (*Annales de Chimie et de Physique*, tome VI, page 159) :

« 1°. Faites réduire l'eau par l'évaporation autant que cela se peut sans occasioner de précipité ou de cristallisation sensible : de cette manière, la concentration est cause que les réactifs qu'on emploie ont une action plus cer-

taine et plus complète. Par là on dégage aussi tout acide carbonique libre.

» 2°. Ajoutez à l'eau ainsi concentrée une dissolution d'hydro-chlorate de baryte aussi long-temps qu'il y a un précipité, en ayant soin de n'en point ajouter un excès. Par un essai préliminaire, assurez-vous si ce précipité fait ou ne fait pas effervescence avec l'acide hydro-chlorique étendu, et s'il est totalement dissous. Si cela est, le précipité est nécessairement du carbonate de baryte, dont le poids, après qu'il a été séché, donne la quantité d'acide carbonique, 100 parties, contenant 22 d'acide. Si le précipité ne fait point effervescence, c'est du sulfate de baryte dont le poids donne, de la même manière, la quantité d'acide sulfurique, 100 parties desséchées à une chaleur rouge obscure, contenant 34 d'acide. S'il fait effervescence et s'il se dissout en partie, c'est à la fois du carbonate et du sulfate. Pour connaître les proportions de chaque sel, faites sécher le précipité à une chaleur un peu inférieure au rouge, et pesez; ensuite exposez-le à l'action de l'acide hydro-chlorique étendu; lavez-le avec de l'eau, et séchez-le à une température semblable : son poids actuel donnera la quantité de sulfate, et la perte du poids précédent celle du carbonate de baryte.

» Par cette opération, les acides carbonique et sulfurique sont séparés en totalité, et tous les sels contenus dans l'eau seront convertis en hydro-chlorates. Il reste donc d'abord à découvrir et à évaluer les quantités de bases présentes, et ensuite, pour compléter l'analyse, à trouver la quantité d'acide hydro-chlorique que l'eau minérale contenait dans l'origine.

» 3°. Ajoutez à la liqueur clarifiée une dissolution saturée d'oxalate d'ammoniaque aussi long-temps qu'elle paraît se troubler : la chaux se précipitera à l'état d'oxalate. Le précipité étant lavé, on peut le faire sécher; mais on ne

peut pas l'exposer à une chaleur rouge sans le décomposer; on a de la peine à l'amener à un état uniforme de dessèchement avec assez d'exactitude pour permettre d'évaluer la quantité de chaux d'après son poids : il faut donc le calciner à une chaleur un peu au-dessous du rouge; ce qui le convertit en carbonate de chaux, dont 100 parties représentent 56 de chaux. Mais comme il peut se dégager une portion d'acide ou rester un peu d'eau, si la chaleur est élevée trop ou trop peu, il vaut mieux convertir ce carbonate en sulfate, en ajoutant un léger excès d'acide sulfurique; on expose ensuite ce nouveau sel à une chaleur rouge : il restera du sulfate de chaux bien desséché, dont 100 parties contiennent 41,5 de chaux.

» 4°. Décantez la liqueur après la précipitation de l'oxalate de chaux; chauffez-la jusqu'à 38 à 40°, et, s'il est nécessaire, faites-la réduire par l'évaporation; alors ajoutez-y une solution d'ammoniaque, et versez-y immédiatement une forte solution d'acide phosphorique ou de phosphate d'ammoniaque (*a*); continuez cette addition avec de nouvelles portions d'ammoniaque, s'il est nécessaire, de manière à conserver un excès d'alcali dans la liqueur aussi long-temps qu'il y a quelque chose de précipité. Lavez le précipité : séché à une chaleur qui n'excède pas 40°, c'est du phosphate d'ammoniaque et de magnésie contenant 19 pour 100 de cette terre; mais il vaut mieux, pour plus d'exactitude, le convertir en phosphate de magnésie, en le calcinant pendant une heure à une chaleur rouge. 100 de ce sel contiennent 40 de magnésie (*b*).

» 5°. Faites évaporer jusqu'à siccité la liqueur qui reste

(*a*) L'acide phosphorique ne doit être versé que peu à peu, afin de ne point en mettre un excès.

(*b*) Ce sel renferme toute la magnésie de la liqueur.

après les opérations précédentes, et, la masse étant sèche, chauffez-la aussi long-temps qu'il s'en exhale des vapeurs; chauffez-la même jusqu'au rouge vers la fin : la matière restante est du sel marin, dont 100 parties représentent 53,3 de soude et 46,7 d'acide hydro-chlorique. Il ne faut pas cependant regarder cette quantité de sel comme étant toute contenue dans l'eau; car, outre la soude combinée avec l'acide hydro-chlorique, il pouvait y en avoir une portion unie, par exemple, avec de l'acide sulfurique ou de l'acide carbonique; et, d'après la nature de l'analyse, cette soude séparée aisément de ces acides par l'hydrochlorate de baryte, se serait combinée avec l'acide de ce dernier sel. Le sel marin obtenu ne donne donc pas la quantité primitive d'acide hydro-chlorique; mais il fait connaître la quantité de soude, puisqu'on n'a ni ôté ni introduit un atome de cette base.

» 6°. Quant à l'acide hydro-chlorique, ce qu'il y aura de mieux à faire pour en déterminer la quantité, sera de précipiter d'abord tout l'acide sulfurique et tout l'acide carbonique par le nitrate de baryte, et de verser ensuite un excès de nitrate d'argent dans la dissolution filtrée. Tout le chlore de l'acide hydro-chlorique se combinera à l'instant avec l'argent, et formera un chlorure qui se déposera sous forme de flocons blancs. 100 parties de ce chlorure représentent 26,154 d'acide hydro-chlorique. »

7°. D'ailleurs, M. Murray estime la quantité du gaz carbonique et du gaz hydrogène sulfuré comme nous l'avons dit précédemment, et c'est aussi par des procédés plus ou moins semblables à ceux que nous avons fait connaître, qu'il détermine la quantité de plusieurs autres matières que l'on rencontre dans les eaux minérales.

Enfin, il pense qu'on devrait toujours présenter les résultats de l'analyse d'une eau minérale sous trois points de vue différens, c'est-à-dire, citer, 1°. la quantité des

acides et des bases isolément; 2°. les quantités des composés binaires qu'ils peuvent former, en admettant que les plus solubles sont ceux qui font partie de l'eau minérale; 3°. les quantités des composés binaires tels qu'ils sont donnés par évaporation, ou par toute autre opération de l'analyse directe.

La méthode de M. Murray est bonne, sans doute; mais je ne la crois pas meilleure que l'autre : en effet, celle-ci présente tous les avantages de celle de M. Murray, puisqu'elle permet de connaître isolément les quantités de bases et d'acides; elle est même plus générale en ce qu'elle ne souffre point d'exception (*Voyez*, pour plus de détails sur les eaux minérales, la *Dissertation* de Bergmann, qui date de 1778; celle de Kirwan, qui date de 1799; l'*Essai* de M. Bouillon-Lagrange *sur les eaux minérales naturelles et artificielles*, essai qui a été publié en 1810, et qui renferme la composition des eaux minérales analysées jusqu'à cette époque; enfin le Mémoire de M. Murray. (*Ann. de Chimie et de Physique*, tom. VI, pag. 159.)

Eau de mer.—L'eau de mer peut être considérée comme une véritable eau minérale; elle a été analysée par un assez grand nombre de chimistes : leurs expériences font voir que les sels qu'elle contient ont pour principes la soude, la chaux, la magnésie, l'acide sulfurique et l'acide hydrochlorique. Ces cinq substances, en se combinant diversement, sont susceptibles de donner naissance à six sels; mais il n'est pas probable que ceux-ci existent tous à la fois en dissolution. Quoi qu'il en soit, voici les résultats des analyses les plus récentes.

MM. Bouillon-Lagrange et Vogel ont trouvé dans 100 parties d'eau du grand Océan, puisée près de Bayonne, dans le golfe de Gascogne (*Ann. de Chimie*, t. LXXXVII, pag. 190) :

Sel marin	2,510
Hydro-chlorate de magnésie	0,350
Sulfate de magnésie	0,578
Carbonates de chaux et de magnésie	0,020
Sulfate de chaux	0,015
Acide carbonique	0,023
	3,496

M. Murray a retiré de 100 parties d'eau de mer prise dans le golfe appelé *Frith of Forth*, près de Leith (*Ann. de Chimie et de Physique*, t. VI, pag. 63) :

		ou bien	
Sel marin	2,470	Chaux	0,040
Hydro-chlorate de magnésie	0,315	Magnésie	0,202
		Soude	1,318
Sulfate de magnésie	0,212	Acide sulfurique	0,197
Sulfate de chaux	0,097	Acide hydro-chlorique	1,337
	3,094		3,094

Admettant ensuite que les composés binaires qui se forment dans une solution étendue doivent être ceux qui sont les plus solubles, il suppose que les 100 parties d'eau de mer qu'il a analysées contiennent :

Sel marin	2,180
Hydro-chlorate de magnésie	0,486
Hydro-chlorate de chaux	0,078
Sulfate de soude	0,350
	3,094

Il a reconnu, comme MM. Bouillon-Lagrange et Vogel, la présence d'un peu de gaz carbonique dans l'eau de la mer ; mais il n'y admet ni carbonate de chaux ni carbonate de magnésie, parce que le nitrate de baryte y produit un

précipité qui ne fait aucune effervescence avec les acides. Il pense que les carbonates proviennent de la décomposition de l'hydro-chlorate de magnésie et de l'hydro-chlorate de chaux par la dessiccation.

M. Gay-Lussac ayant eu occasion de déterminer avec M. Despretz la densité et la quantité de sel de l'eau du grand Océan, prise sous différens degrés de latitude et de longitude, n'a observé que des différences très-peu sensibles. La densité la plus petite était de 1,0272; la plus grande de 1,0297, et la densité moyenne de 1,0286 à 8° centigr. La plus petite quantité de sel était, pour 100 parties d'eau, de 3,48; la plus grande de 3,77, et la moyenne de toutes les expériences de 3,65.

Il semble donc, d'après cela, que les eaux du grand Océan sont à-peu-près également salées par-tout. En est-il de même de celles des mers intérieures? Cela n'est pas probable, parce qu'en raison des localités, elles peuvent recevoir plus d'eau qu'elles n'en perdent, ou en perdre plus qu'elles n'en reçoivent. (*Voyez*, pour plus de détails, le Mémoire de M. Gay-Lussac, *Annales de Chimie et de Physique*, tom. VI, pag. 426.)

CHAPITRE VII.

Détermination de la proportion des principes constituans des matières végétales et animales.

2172. La solution de ce problème, que nous avons donnée avec M. Gay-Lussac dans nos Recherches physico-chimiques, consiste à transformer les matières végétales et animales en eau, en acide carbonique et en azote, et à recueillir tous les gaz. Il est évident, en effet, qu'en remplissant ces conditions, l'analyse doit devenir d'une exactitude et d'une simplicité très-grandes. Mais comment brû-

ler complètement l'hydrogène et le carbone de ces substances, et en faire la combustion en vaisseau clos? Nous y sommes parvenus au moyen du chlorate de potasse, en employant un appareil tel que nous pouvions :

1°. Brûler des portions de matières assez petites pour qu'il n'y eût pas fracture des vases ;

2°. Faire un assez grand nombre de combustions successives pour que les résultats fussent assez sensibles ;

3°. Enfin, recueillir les gaz à mesure qu'ils étaient formés.

C'est un appareil de ce genre que nous allons décrire (*Voyez* cet appareil, pl. XXXII, fig. 3) : il est formé de trois pièces bien distinctes : l'une *AA* est un tube de verre fort épais, fermé à la lampe par son extrémité inférieure, ouvert au contraire par son extrémité supérieure, long d'environ 2 décimètres, et large de 8 millimètres ; il porte latéralement, à 5 centimètres de son ouverture, un très-petit tube *BB* aussi de verre, qu'on y a soudé, et qui ressemble à celui qu'on adapterait à une cornue pour recevoir les gaz. L'autre pièce est une virole *CC* en cuivre, dans laquelle on fait entrer l'extrémité ouverte du grand tube de verre, et avec lequel on l'unit au moyen d'un mastic qui ne fond qu'à 40 degrés. La dernière pièce est un robinet particulier *DD* qui fait tout le mérite de l'appareil. La clef de ce robinet n'est pas trouée, et tourne en tous sens sans donner passage à l'air ; on y a seulement pratiqué à la surface, et vers la partie moyenne, une cavité capable de loger un corps du volume d'un petit pois ; mais cette cavité est telle, qu'étant dans sa position supérieure, elle correspond à un petit entonnoir vertical *E* qui pénètre dans la douille, et dont elle forme en quelque sorte l'extrémité du bec, et que, ramenée dans sa position inférieure, elle communique et fait suite à la tige même du robinet, qui est creuse et qui se visse à la virole. Ainsi, lorsqu'on met une matière quelconque dans l'entonnoir, bientôt la cavité se

trouve remplie de cette matière, et la porte, lorsqu'on tourne la clef, dans la tige du robinet, d'où elle tombe dans la virole, et de là au fond du tube de verre. (On voit, pl. XXXII, fig. 4, ce robinet adapté seulement à la virole; la tige de ce robinet, fig. 3 et 4, passe à travers une capsule *FF'*, dont l'usage sera indiqué plus bas.)

2173. Si donc cette matière est un mélange de chlorate de potasse et de substance végétale dans des proportions convenables, et si la partie inférieure du tube de verre est suffisamment chaude, à peine la touchera-t-elle qu'elle s'enflammera vivement : alors la substance végétale sera détruite instantanément, et sera transformée en eau et en acide carbonique que l'on recueillera sur le mercure, avec le gaz oxigène excédant, par le petit tube latéral.

2174. Pour exécuter facilement cette opération, on conçoit qu'il est nécessaire que la matière se détache toute entière de la cavité et tombe au fond du tube : à cet effet, on la met en petites boulettes, comme il sera dit tout-à-l'heure (*a*). On conçoit également qu'il est nécessaire de rechercher quelle est la quantité de chlorate convenable pour brûler complètement la substance végétale ; il faut même avoir la précaution d'en employer au moins moitié plus que cette substance n'en exige, afin que la combustion soit complète. (*b*).

(*a*) Il faut nécessairement donner la forme de boulette au mélange de chlorate et de substance végétale ou animale : si ce mélange était en poudre, il contracterait une sorte d'adhérence avec les parois de la cavité pratiquée dans la clef, et il serait difficile de l'en détacher ; d'ailleurs, il s'en introduirait entre la douille elle-même et la clef, les gâterait l'une et l'autre, et les mettrait bientôt hors de service. Enfin, en tombant dans le tube de verre, il y en aurait une portion qui s'attacherait aux parois de ce tube, et ne s'y décomposerait qu'imparfaitement, à cause du peu de chaleur à laquelle elle serait exposée.

(*b*) On trouve facilement quelles sont les proportions de chlorate et de

2176. Mais de toutes les recherches qui doivent précéder l'opération, la plus importante à faire est évidemment l'analyse du chlorate qu'on emploie. Pour cela on doit, 1°. dessécher et même fondre une masse de ce sel (*a*); 2°. la pulvériser, afin que toutes les parties en soient homogènes; 3°. en prendre au moins 5 grammes, et les introduire dans une petite cornue de verre bien sèche, de manière qu'il n'en reste pas sur les parois du col; 4°. peser cette cornue avec des balances très-sensibles avant et après l'introduction du sel, afin d'en connaître le poids à un demi-milligramme près; 5°. y adapter un tube qui puisse s'engager sous une cloche pleine d'eau, et s'élever jusqu'à la partie supérieure de cette cloche; 6°. procéder à la décomposition du sel, en portant peu à peu la cornue

---

substance végétale qu'on doit employer, en faisant différens mélanges pulvérulens de ces corps, et les projetant dans un tube de verre dont l'extrémité est presque chauffée au rouge. Tant que le résidu de la combustion n'est pas blanc, c'est une preuve que la quantité de chlorate n'est point assez grande : il faut l'augmenter non-seulement jusqu'à ce que ce résidu soit blanc, mais outre-passer ce point de manière à rendre, comme on vient de le dire, l'excès d'oxigène très-prépondérant. Pour en être plus certain, on peut, si l'on veut, décomposer dans l'appareil une partie du mélange dont on croit les proportions bonnes; recueillir les gaz et les analyser approximativement en les traitant par la potasse. Nous avons pris cette précaution au commencement de notre travail; mais elle ne nous a plus été nécessaire au bout de quelque temps. Lorsqu'on la prend, on peut se contenter d'opérer sur un gramme de mélange, et dans ce cas, on doit toujours mettre le mélange en boulettes, afin de ne pas gâter le robinet.

(*a*) Le chlorate qu'on emploie doit être privé exactement de chlorure de potasse; on recommande de le fondre non-seulement pour le dessécher, mais aussi pour décomposer la petite quantité de chlorure alcalin qu'il pourrait encore contenir, quoique bien cristallisé. On recommande aussi d'opérer sur une masse assez considérable de chlorate, afin de pouvoir faire un grand nombre d'analyses sans être obligé d'en changer. On peut en préparer 5 hectogrammes à la fois, qu'on conserve dans un flacon bien sec et bouché à l'émeri. La fusion s'en fait dans un creuset de Hesse, et la pulvérisation dans un mortier de laiton bien propre et chaud : cette pulvérisation est grossière, mais suffit pour s'assurer que la masse saline est parfaitement homogène.

au rouge-cerise, pour qu'aucune portion de matière saline ne soit emportée; 7°. recueillir l'air des vaisseaux avec le gaz oxigène, et tenir compte de cet air en faisant refroidir la cornue, et laissant le tube qui y est adapté plonger dans les gaz jusqu'à ce qu'elle soit à la même température que l'atmosphère; 8°. enfin répéter cette analyse plusieurs fois pour n'avoir aucun doute sur son exactitude.

2177. Tout cela étant bien conçu, il sera facile d'entendre comment on peut faire l'analyse d'une substance végétale avec le chlorate de potasse. On broie cette substance sur un porphyre avec le plus grand soin; on y broie également le chlorate; on pèse avec une balance très-sensible des quantités de l'une et de l'autre desséchées au degré de l'eau bouillante; on les mêle intimement; on les humecte; on les moule en cylindres; on partage ces cylindres en petites portions, et on arrondit avec les doigts chacune d'elles en forme de petites boules, qu'on expose pendant un temps suffisant à la température de l'eau bouillante, pour les ramener au même point de dessiccation que les matières primitives. Si la substance à analyser est un acide végétal, on la combine avec la chaux ou la baryte avant de la mêler avec le chlorate; on analyse le sel qui en résulte, et on tient compte de l'acide carbonique qui reste uni à la base après l'expérience. Enfin, si la substance à analyser contient quelques corps étrangers à sa nature, on en tient également compte.

Ces diverses opérations se font facilement :

1°. On broie la substance végétale et le sel, et on les réduit en poudre impalpable, en les triturant d'abord avec la molette, et ensuite avec un couteau de fer flexible, et semblable à celui dont les peintres font usage.

2°. On les dessèche au degré de l'eau bouillante, au moyen d'un appareil particulier. Cet appareil se compose de deux boîtes cylindriques, dont le fond de l'une s'adapte

avec les bords supérieurs de l'autre ; dans la boîte inférieure on met, par un conduit latéral surmonté d'un entonnoir, de l'eau que l'on porte au degré de l'ébullition ; et dans la boîte supérieure, qu'on couvre en partie, on place les matières que l'on veut dessécher, et que l'on met à cet effet en couches minces dans des carrés de papier dont les bords sont relevés. On peut, quand on a beaucoup de matières à dessécher, conduire la vapeur aqueuse de ce premier appareil dans un second, et même un troisième, au lieu de la laisser dégager directement dans l'air ; mais alors il faut avoir le soin d'entretenir toujours bien bouillante l'eau du premier appareil, pour que tous soient également chauds ; autrement on ne pourrait que commencer la dessiccation dans les deux derniers. On voit un appareil de ce genre pl. IV, fig. 5 : *GG* est la première boîte, ou celle qui contient l'eau ; *PP*, la seconde ; *FF*, le fourneau sur lequel elles sont placées ; *RZ*, l'entonnoir par lequel on verse de l'eau dans la boîte inférieure ; *EE'*, le tuyau qui porte la vapeur d'eau dans un second appareil, etc.

3°. Une petite capsule de verre est commode pour peser les matières. D'abord, on prend le poids de cette capsule, puis on y ajoute la substance végétale pulvérisée et desséchée, et on en prend le poids une seconde fois, etc. Il vaut mieux peser en dernier lieu le chlorate que la substance végétale, parce que le chlorate étant en très-grande quantité par rapport à celle-ci, il est toujours facile d'en ôter de la capsule si l'on y en a mis trop.

4°. Pour mêler exactement la substance végétale et le sel, une fois pesés, on les met sur le porphyre, et on les retourne en tous sens avec la lame flexible du couteau dont nous avons parlé précédemment : s'il s'en perd après cette opération, la perte du sel et de la substance étant proportionnelle à leur quantité respective, n'a aucune influence sur l'exactitude des résultats.

Ensuite on prend successivement de petites portions du mélange, et on les mêle aussi intimement que possible; enfin on les réunit toutes, et on les triture encore pendant quelque temps.

5°. On parvient à humecter convenablement le mélange en y ajoutant peu à peu de l'eau et le remuant avec la lame d'un couteau. Il faut que la pâte en soit ferme et se moule facilement.

6°. On moule cette pâte dans un petit cylindre creux de laiton : ce cylindre doit avoir au plus $0^{m},0025$ de diamètre intérieur, et peut être plus ou moins long; il doit être tranchant d'un côté; quand on veut s'en servir, on le tient verticalement, et on en applique le tranchant avec un peu de force sur la pâte qu'on a aplatie avec le couteau: cette pâte passe dans le cylindre, et lorsqu'il en contient assez pour faire trois boulettes, on l'en fait sortir avec une tige de même diamètre que le trou cylindrique. Si la pâte devient trop ferme, on la ramollit; et si le cylindre creux s'engorge, on le nettoie avec la tige et de l'eau. (*Voyez*, pl. XXXII, fig. 5, ce cylindre et cette tige. *A* représente la tige seule, et *B* représente la tige enfoncée dans le cylindre.)

7°. A mesure que la pâte est moulée, on doit la couper avec une lame de couteau très-fine, en autant de portions capables de faire des boulettes de grosseur convenable, et tout aussitôt on doit arrondir chacune de ces portions en les roulant tant soit peu entre les doigts. Sans cette précaution, elles ne sortiraient quelquefois que difficilement de la cavité pratiquée dans la clef du robinet.

8°. Toutes les boulettes étant faites, on commence à les dessécher dans une capsule de verre, et on achève la dessiccation à la vapeur de l'eau bouillante, en les plaçant dans un carré de papier comme il a été dit (2177). Par ce moyen, on en volatilise toute l'eau qu'on y avait mise, et

on est certain d'être arrivé à ce point lorsque, les pesant deux fois, à demi-heure de distance, la deuxième pesée est la même que la première : alors on les introduit toutes dans un petit flacon bien sec, et on les y tient bien bouchées jusqu'à ce qu'on les analyse.

9°. Pour analyser un sel qui résulte de la combinaison d'un acide végétal avec la baryte ou la chaux, on l'expose à la vapeur de l'eau bouillante jusqu'à ce qu'il ne perde plus d'humidité, et on le traite par l'acide sulfurique s'il est à base de baryte, ou on le calcine s'il est à base de chaux.

10°. Enfin on détermine combien la substance qu'on veut analyser contient de corps étrangers, en incinérant une quantité donnée de cette substance ; mais cette incinération exige quelques précautions qu'il est bon d'indiquer. On doit la faire dans un creuset de platine plutôt que dans un creuset d'argent, parce qu'on ne craint point de le fondre, et qu'elle est d'autant plus prompte que la température est plus élevée. Il faut que les cendres du fourneau ne puissent point se mêler avec celles de la matière. A cet effet, on doit couvrir le fourneau avec un têt, au centre duquel on a percé un trou circulaire capable seulement de laisser passer le creuset; on soutient celui d'une manière quelconque, soit par les bords supérieurs avec un peu de terre, soit par-dessous avec un fromage, et, dans tous les cas, le tirage du fourneau doit être établi latéralement au moyen d'un conduit en tôle ou en terre.

Lorsque le creuset est rouge, on y projette peu à peu la susbtance végétale ; elle brûle et se charbonne; de temps en temps on la remue avec une spatule. L'incinération étant achevée, on pèse le creuset, on en retire la cendre en le lavant, puis on le fait sécher; on le pèse de nouveau, et en défalquant le second poids du premier, on a pour reste la quantité des matières étrangères à la substance végétale.

2178. Lorsque ces diverses opérations sont faites, il ne s'agit plus, pour terminer l'analyse, que de décomposer une certaine quantité de chlorate et de substance végétale en boulettes, dans l'appareil que l'on a décrit précédemment; de recueillir tous les gaz provenant de cette décomposition, de les mesurer, et de les séparer les uns des autres : c'est à quoi l'on parvient comme on va le dire.

1°. On commence par graisser la clef du robinet, afin qu'il ne fuie pas; on se sert à cet effet d'un mélange de suif et d'huile; on le fait fondre, et on en met seulement quelques gouttes sur la clef; ensuite on la tourne dans la douille, et on enlève tout ce qui peut être au fond de la cavité ou même autour des bords.

2°. On fait un trou au milieu d'une brique *L*, et on y enfonce le tube de verre *AA'* jusqu'au petit tube latéral *BB'*; ensuite, d'une part, on pose les deux extrémités de cette brique sur deux petits murs parallèles élevés sur une table auprès de la cuve à mercure, hauts à-peu-près comme cette cuve, et distans l'un de l'autre d'environ $0^m,15$; et, d'une autre part, on appuie l'extrémité inférieure du tube *AA'* sur une grille de fer *G*, qu'on soutient en la faisant pénétrer dans les murs mêmes.

3°. On fait plonger le petit tube latéral *BB'* dans la cuve à mercure, et on place une ardoise entre la brique et ce tube pour qu'il ne s'échauffe pas, après avoir toutefois assujetti le tube *AA'* dans la brique avec du lut de terre infusible.

4°. On met peu à peu des charbons rouges sur la grille et autour de l'extrémité inférieure du tube *AA'*; on met en même temps de la glace dans la petite capsule de laiton *FF'*, pour empêcher que la graisse du robinet ne fonde et qu'il ne fuie; ensuite on met sous la grille *G* et au-dessous du tube *AA'*, une lampe à esprit-de-vin *HH'* :

bientôt la partie inférieure de ce tube approche de la chaleur rouge obscur; alors on engage l'extrémité du tube recourbé *BB'* sous une petite éprouvette pleine de mercure, et on fait tomber successivement dans le tube *AA'*, au moyen du robinet, un certain nombre de boulettes qu'il est inutile de peser. Chaque boulette s'enflamme presque aussitôt qu'elle est tombée, et donne lieu à un dégagement subit et assez considérable de gaz : par ce moyen, on chasse tout l'air de l'appareil, et on le remplace par un gaz absolument identique avec celui qui doit rester à la fin de l'expérience, de sorte qu'il y a compensation exacte, et qu'on n'a pas besoin de recueillir celui-ci.

5°. Lorsqu'on a décomposé de cette manière une vingtaine de boulettes dans le tube *AA'*, on incline la brique de manière à enfoncer davantage le tube recourbé dans le mercure; on enlève l'éprouvette où l'on a reçu en partie le gaz provenant de ces vingt boulettes, et l'on y substitue un flacon plein de mercure et bien jaugé. On soutient ce flacon sur une planche qui doit être percée d'un trou oblong : autrement, on risquerait de casser le tube en voulant l'introduire dans le flacon, d'autant plus que, pour ne point perdre de gaz, il est nécessaire qu'il s'élève jusqu'au-dessus du goulot du flacon.

6°. L'appareil étant ainsi disposé, on pèse, à un demi-milligramme près, le petit flacon dans lequel on a mis les boulettes qu'il s'agit de décomposer (2177, art. 8°.), si toutefois, pour ne point perdre de temps, on n'a pas eu le soin de prendre le poids d'avance. On verse plus ou moins de ces boulettes dans une sorte de main en laiton, pl. XXXII, fig. 6, et on les fait tomber avec une petite tige courbe l'une après l'autre dans le tube *AA'*, jusqu'à ce que le flacon soit plein de gaz. (*Voyez* cette tige, pl. XXXII, fig. 7; elle est vue de face en *A* et de côté en *B*). A cette époque on dégage le tube de ce flacon, on l'engage sous

un autre ; on pèse de nouveau le petit flacon et toutes les boulettes restantes, et on recommence l'opération, etc. Si tous les flacons dans lesquels on recueille les gaz ont la même capacité, ils seront remplis de gaz par des poids égaux de mélange, et si l'on examine ces gaz, on les trouvera parfaitement identiques : dans tous les cas, on note avec grand soin le thermomètre et le baromètre.

7°. On doit tenir le tube, pendant toute l'opération, au plus haut degré de chaleur qu'il peut supporter sans se fondre, afin que les gaz ne contiennent point ou contiennent le moins possible de gaz hydrogène carboné ou d'oxide de carbone. Dans tous les cas, on doit en faire l'analyse sur le mercure : c'est une épreuve à laquelle il est indispensable de les soumettre. On opère sur 200 parties du gaz obtenu ; on y ajoute environ 40 parties de gaz hydrogène; on fait passer ce mélange dans un eudiomètre à mercure, et on y porte une étincelle électrique. Le gaz hydrogène qu'on a ajouté brûle au moyen de l'oxigène qui est en excès dans le gaz qu'on a recueilli, et il est évident que si ce gaz contenait quelques portions d'hydrogène carboné ou d'oxide de carbone, elles brûleraient aussi. Après que la combustion a eu lieu, on mesure le résidu, et on voit de cette manière si les gaz contenaient de l'hydrogène carboné ou de l'oxide de carbone : en effet, supposons qu'ils n'en contiennent pas, l'absorption sera d'une fois et demie le volume du gaz hydrogène employé ; elle sera au contraire plus forte s'ils en contiennent, et d'autant plus forte qu'ils en contiendront davantage. Dans tous les cas, on absorbe l'acide carbonique par la potasse et l'eau, et on s'assure si le gaz qui n'est point absorbé n'est que de l'oxigène pur, ou combien il en contient : on conclut de là, d'une manière précise, le rapport du gaz acide carbonique, de

l'oxigène, et de l'azote s'il y en a, dont est composé le gaz recueilli.

2179. On a donc ainsi toutes les données nécessaires pour connaître la proportion des principes de la substance végétale; on sait combien on a brûlé de cette substance, puisqu'on en a le poids à 1 demi-milligramme près; on sait combien il a fallu d'oxigène pour la transformer en eau et en acide carbonique, puisque la quantité en est donnée par la différence qui existe entre celle qui est contenue dans le chlorate de potasse, et celle qui est contenue dans les gaz; enfin, on sait combien il s'est formé d'acide carbonique, et on calcule combien il a dû se former d'eau. (*Voyez* 2044, art. 4°.)

Supposons 1°. que l'on ait décomposé par le chlorate de potasse une quantité de matière précisément égale à 5 décigrammes;

2°. Que la quantité d'oxigène absorbé par ces 5 décigrammes de matière pour leur conversion en eau et en gaz carbonique soit de 17 décigrammes;

3°. Que la quantité de carbone contenue dans le gaz carbonique soit de 4 décigrammes;

4°. Que l'on n'ait point obtenu d'azote;

La quantité d'hydrogène et d'oxigène faisant partie des 5 décigrammes sera de 1 décigramme.

Or, comme la quantité d'oxigène absorbé est de 17 décigrammes; que les 4 décigrammes de carbone en exigent 10,45 pour passer à l'état d'acide carbonique; il s'ensuit que, dans cette hypothèse, il y aura 17 décigrammes d'oxigène moins 10,45, ou 6,55, qui s'uniront à la quantité d'hydrogène et d'oxigène des 5 décigrammes de matière végétale pour les convertir en eau.

Mais cette quantité d'hydrogène et d'oxigène est de 1 décigramme : il en résultera donc 1 décigramme plus 6$^{\text{décigr.}}$, 55

d'eau, c'est-à-dire 7$^{\text{décigr.}}$,55, qui contiennent o$^{\text{décigr.}}$,838 d'hydrogène.

Par conséquent, en retranchant 4 décigrammes de carbone, plus o$^{\text{décigr.}}$,838 d'hydrogène des 5 décigrammes, l'on aura pour différence la quantité d'oxigène des 5 décigrammes, savoir, o$^{\text{décigr.}}$,162.

Il est évident d'ailleurs que si la matière contenait de l'azote, il faudrait, pour avoir la quantité d'hydrogène et d'oxigène de cette matière, retrancher, non pas seulement le poids du carbone du poids de la matière, mais celui du carbone et de l'azote.

2180. La manière dont nous procédons à l'analyse des substances végétales et animales étant exactement connue, nous pouvons dire quelle est la quantité que nous en décomposons sans craindre d'affaiblir la confiance qu'on doit avoir en nos résultats : cette quantité s'élève tout au plus à six décigrammes. D'ailleurs, si l'on élevait le moindre doute sur l'exactitude de ces résultats, nous les dissiperions en rappelant que nous remplissons successivement de gaz deux et quelquefois trois flacons de même capacité ; que ces gaz sont identiques, et proviennent toujours d'un même poids de matière.

2181. Nous pourrions ajouter que l'exactitude d'une analyse consiste bien plus dans la précision des instrumens et des méthodes qu'on emploie, que dans la quantité de matière sur laquelle on opère. L'analyse de l'air est plus exacte qu'aucune analyse de sels, et cependant elle se fait sur deux à trois cents fois moins de matière que celle-ci. C'est que, dans la première, où l'on juge des poids par les volumes, qui sont très-considérables, les erreurs que l'on peut commettre sont beaucoup moins sensibles que dans la seconde, où l'on est privé de cette ressource. Or, comme nous transformons en gaz les substances que nous analysons, nous ramenons nos analyses, non pas

seulement à la certitude des analyses minérales ordinaires, mais à celle des analyses minérales les plus exactes, d'autant plus que nous recueillons au moins un litre de gaz, et que nous trouvons dans notre manière même de procéder la preuve d'une grande exactitude.

2182. Déjà nous avons fait, par la méthode et avec les soins que nous venons d'indiquer, l'analyse de quinze substances végétales; savoir : des acides oxalique, tartrique, mucique, citrique et acétique; de la résine de térébenthine, de la copale, de la cire et de l'huile d'olive; du sucre, de la gomme, de l'amidon, du sucre de lait, et des bois de hêtre et de chêne. Nous allons rapporter successivement les résultats de ces quinze analyses, en observant auparavant que tous les calculs ont été faits en supposant avec MM. Biot et Arago que la densité du gaz oxigène était de 1,1036; celle du gaz carbonique de 1,5196; et celle d'hydrogène de 0,0732. Les mêmes bases ont servi aux calculs des tableaux de notre analyse des substances animales, page 204, et aux analyses de MM. Berzelius et Bérard.

TABLEAU *contenant la proportion des principes de quinze substances végétales.*

SUBSTANCES ANALYSÉES.	Carbone contenu dans cette substance.	Oxigène contenu dans cette substance.	Hydrogène contenu dans cette substance.	Ou en supposant que l'oxigène et l'hydrogène soient à l'état d'eau dans les substances végétales. Carbone.	Eau.	Oxigène excédant.
Sucre	42,47	50,63	6,90	42,47	57,53	0
Gomme arabique	42,23	50,84	6,93	42,23	57,77	0
Amidon	43,55	49,68	6,77	43,55	56,45	0
Sucre de lait	38,825	53,834	7,341	38,825	61,175	0
Chêne	52,53	41,78	5,69	52,53	47,47	0
Hêtre	51,45	42,73	5,82	51,45	48,55	0
Acide mucique	33,69	62,67	3,62	36,69	30,16	36,15
— oxalique	26,57	70,69	2,74	33,57	22,87	50,56
— tartrique	24,05	69,32	6,63	24,05	55,24	20,71
— citrique	33,81	59,86	6,33	33,81	52,75	13,44
— acétique	50,22	44,15	5,63	50,22	46,91	2,87
						hydrog. excédant
Résine de térébenthine	75,94	13,34	10,72	75,94	15,16	8,90
Copale	76,81	10,61	12,58	76,81	12,05	11,14
Cire	81,79	5,54	12,67	81,79	6,30	11,91
Huile d'olives	77,21	9,43	13,36	77,21	10,71	12,08

2183. Après avoir ainsi analysé les principales substances végétales, nous devions naturellement essayer l'analyse des substances animales; mais comme celles-ci contiennent de l'azote, il était possible que notre méthode d'analyse ne pût pas s'y appliquer immédiatement : c'est en effet ce qui a eu lieu. Toutes les fois que les substances animales sont mêlées avec un excès de chlorate de potasse, et qu'on chauffe le mélange, il se forme toujours plus ou moins de gaz acide nitreux : il s'en forme d'autant plus

que la température est moins élevée, et voilà pourquoi l'acide urique, qui ne contient que peu de principes combustibles, en produit tant qu'il apparaît sous la forme de vapeur rouge; tandis que la fibrine et l'albumine, qui sont très-combustibles, et qui, par cette raison, dégagent beaucoup de chaleur, n'en produisent qu'une très-petite quantité.

2184. On conçoit, d'après cela, que si dans l'analyse des substances animales, et en général de toutes les substances qui contiennent de l'azote, on employait un excès de chlorate, il en résulterait de grandes erreurs; mais on conçoit aussi qu'on peut en employer une quantité telle que ce sel ne soit point en excès, et pourtant en quantité capable de transformer complètement en gaz toute la substance animale. Alors il est évident qu'il ne se formera ni acide nitreux ni ammoniaque, et qu'on n'obtiendra que de l'eau, de l'azote, du gaz acide carbonique et du gaz hydrogène carboné ou oxide de carbone, dont on pourra opérer la séparation : on arrivera même facilement à des proportions telles qu'on n'obtienne que très-peu de gaz hydrogène carboné ou oxide de carbone, et qu'on obtienne au contraire beaucoup de gaz acide carbonique (*a*).

(*a*) Pour éviter toutes difficultés, on va indiquer comment on a analysé le gaz provenant de la décomposition des matières animales par le chlorate de potasse.

1°. On a rempli le tube gradué de mercure et on y a fait passer 180 à 200 parties de ce gaz.

2°. Comme ce gaz ne contenait que très-peu d'hydrogène carboné ou d'oxide de carbone, et que, mêlé avec l'oxigène, il n'aurait point détonné par l'étincelle électrique, on y a ajouté tout à la fois environ 80 parties d'oxigène et 40 parties d'hydrogène, pour en rendre la détonnation facile et la combustion complète.

3°. On a introduit ce mélange de gaz, dont les proportions étaient parfaitement connues, dans l'eudiomètre à mercure, et on a fait passer une étincelle à travers : il en est résulté que tout le gaz hydrogène et le gaz

Ces proportions se détermineront aisément par des essais préliminaires, au moyen de petites cloches portées à une chaleur voisine du rouge obscur (*a*).

---

hydrogène carboné ou oxide de carbone ont été brûlés et transformés en eau et en acide carbonique.

4°. Après avoir mesuré sur le mercure et dans le tube gradué le résidu gazeux, qui était un mélange de gaz acide carbonique, de gaz azote et de gaz oxigène, on l'a traité par la potasse caustique pour en déterminer la quantité de gaz acide carbonique; ensuite ayant mêlé le nouveau résidu avec un excès d'hydrogène et l'ayant fait détonner dans un petit eudiomètre à eau, on a eu celle d'azote qui s'y trouvait contenu. Mais afin de ne point avoir de doute à cet égard, on a cru devoir s'en assurer par une sorte de contre-épreuve. En effet, il aurait pu se faire que, dans la première détonnation, le gaz hydrogène carboné ou oxide de carbone n'eût point été brûlé tout entier: dès-lors, la portion de ce gaz échappée à la combustion se serait retrouvée en dernier lieu avec tout l'azote et l'excès de gaz oxigène, et il est évident que, dans ce cas, on en aurait conclu une trop grande quantité d'azote, etc. Supposons qu'il en soit ainsi, il sera facile de s'en apercevoir; car, si l'on recherche à la fin de l'analyse quelle est la quantité d'hydrogène avec laquelle l'azote reste mêlé, on verra qu'elle est plus grande qu'elle ne doit être: ce sera une preuve que l'analyse ne vaut rien, et doit être répétée en mêlant avec les gaz provenant des matières animales plus de gaz oxigène qu'on n'y en a mis d'abord.

(*a*) On pèse 2 à 3 décigrammes de substance animale pulvérisée; on les mêle intimement sur un porphyre avec trois fois leur poids de chlorate de potasse, et on en projette une portion dans une petite cloche portée à une chaleur rouge obscur. Si le résidu est noir, on en conclut que le mélange ne contient point assez de chlorate, et on en fait un autre avec une portion de substance animale et 4 parties de sel. Si, en chauffant subitement ce nouveau mélange comme le premier, on obtient un résidu blanc, on en conclut qu'il contient peut-être une trop grande quantité de chlorate: alors on en fait un troisième avec une partie de substance animale et 4 parties moins un quart de chlorate. Si le résidu provenant de celui-ci est légèrement gris, on pourra composer le mélange qu'on analysera avec une partie de substance animale et tout près de 4 parties de chlorate: à coup sûr ce mélange ne produira ni acide nitrique ni ammoniaque: d'ailleurs, on a soin, comme on l'a déjà recommandé pour les substances végétales, de maintenir toujours le fond du tube à un degré de chaleur voisin du rouge obscur. On pourra même s'en convaincre d'avance en projetant successivement plusieurs portions du mélange dans ce tube, et en exposant à la vapeur du produit des papiers mouillés bleus et rouges.

2185. Cette analyse n'est pas plus difficile à faire que celle des substances végétales; on y procède absolument de la même manière, et nous n'avons aucune observation à faire à cet égard, si ce n'est sur la réduction en poudre de la substance animale et sur son mélange avec le sel. Il faut la dessécher au degré de l'eau bouillante pendant long-temps, la broyer, puis la dessécher de nouveau et la broyer encore, et ainsi de suite jusqu'à trois et quatre fois : alors, après avoir pesé une certaine quantité de cette substance et de chlorate, on les triture sur le porphyre pendant une heure au moins avec une lame flexible de fer; on humecte le mélange, on le moule, on le met en boulettes, etc., etc. (*Voyez* ce qu'on a dit à cet égard 2177.)

C'est ainsi que nous nous y sommes pris pour analyser les quatre matières animales les plus communes dans les animaux, et celles qui, par conséquent, y jouent le plus grand rôle. Ces quatre matières sont : la fibrine, l'albumine, la gélatine et la matière caséeuse. Voici le résultat de ces analyses.

TABLEAU *contenant la proportion des principes des quatre substances animales les plus communes.*

SUBSTANCES analysées.	Carbone de ces substances.	Oxigène de ces substances.	Hydrogène de ces substances.	Azote de ces substances.
Fibrine........	53,360	19,865	7,021	19,934
Albumine.....	52,883	23,872	7,540	15,705
Caséum.......	59,781	11,409	7,429	21,381
Gélatine.......	47,881	27,207	7,914	16,988

2186. Tels sont les différens résultats auxquels nous sommes parvenus, M. Gay-Lussac et moi, en procédant à

l'analyse des matières végétales et animales, comme nous venons de le dire.

Nous devons actuellement rendre compte de ceux qu'ont obtenus, chacun de leur côté, M. Berzelius, M. Théod. de Saussure, M. Berard et M. Chevreul, par des méthodes qui consistent aussi à brûler complètement l'hydrogène et le carbone de la substance organique, mais dans des appareils différens de celui que nous venons de décrire.

2187. *Méthode de M. Berzelius.* — M. Berzelius emploie, autant que possible, la substance à analyser en combinaison avec l'oxide de plomb (*a*). Après avoir déterminé combien elle absorbe d'oxide de plomb, il la mêle dans un mortier, d'abord avec cinq à six fois son poids de chlorate de potasse sec, puis avec cinquante à soixante fois son poids de sel marin récemment fondu, de sorte que le mélange se trouve composé d'une partie de matière végétale unie à l'oxide de plomb, 5 à 6 de chlorate et 50 à 60 de sel. Ensuite il prend un tube de verre de 4 à 5 huitièmes de pouce de diamètre, d'une longueur suffisante, fermé par un bout et enveloppé d'une feuille d'étain assujettie avec du fil de fer; il y introduit le mélange entre deux couches de sel marin et de chlorate : après quoi il tire à la lampe l'extrémité supérieure du tube pour l'effiler, la courber un peu, et en rétrécir beaucoup l'ouverture; il dispose le tube dans un fourneau sous un léger degré d'inclinaison, fait rendre la partie courbe et effilée dans un petit ballon, établit une communication entre ce ballon et un long tube plein de fragmens de chlorure de calcium, et adapte enfin à ce long tube un petit tube recourbé qui s'engage sous une cloche pleine de mercure (*b*).

(*a*) M. Berzelius est parvenu à combiner la plupart des substances végétales avec l'oxide de plomb.

(*b*) *Voyez* un appareil de ce genre, pl. XXXII, fig. 8.

AA, tube de verre contenant le mélange. Son diamètre est de 4 à 5

L'appareil étant ainsi disposé, M. Berzelius expose successivement, à partir de l'extrémité supérieure, tout le mélange à l'action d'une température capable d'en opérer la décomposition. Cette décomposition se fait peu à peu, et est telle qu'il en résulte de l'eau, du gaz carbonique, du gaz oxigène, du chlorure de potassium, et une petite quantité de sous-chlorure de plomb et de sous-carbonate de soude. L'eau passe et se condense, soit dans le ballon, soit dans le tube qui contient le chlorure de calcium. Les gaz se rendent dans la cloche pleine de mercure; les autres produits restent avec le sel marin dans le tube où s'opère la décomposition.

De ces sept produits, M. Berzelius ne pèse que l'eau et le gaz carbonique. Il détermine la quantité de celui-ci en remplissant presque entièrement un petit vase de verre de fragmens de potasse, le pesant, l'introduisant sous la cloche,

---

huitièmes de pouce, et sa longueur d'autant plus grande que le mélange est plus considérable.

BB, extrémité du tube, effilée et courbée.

C, ballon. Son diamètre peut être de 9 à 10 lignes.

D, tube de gomme élastique lié avec de la soie au ballon et à l'extrémité effilée du tube *AA*.

E, autre petit tube de gomme élastique, lié comme le précédent avec des fils de soie au ballon *C* et à un très-petit tube de verre *F*.

F, petit tube de verre communiquant d'une part avec le tube *E* de gomme élastique, et de l'autre avec le long tube de verre *HH*, auquel il est fixé par de la cire à cacheter.

HH, tube de verre de 20 pouces de long, d'un quart de pouce de diamètre, rempli de fragmens de chlorure de calcium.

II, petit tube de verre recourbé, s'engageant sous la cloche *M*. Ce tube est fixé au tube *HH*, comme le petit tube *F*, avec de la cire à cacheter. Son extrémité supérieure, ainsi que celle du tube *F*, est couverte de mousseline, pour que le chlorure de calcium ne puisse pas sortir du tube *HH*.

M, cloche à robinet placée sur un bain de mercure, et en partie pleine de ce métal et de gaz.

O, petit vase de verre placé sous la cloche, contenant des fragmens de

l'y laissant pendant vingt-quatre heures, et le pesant de nouveau (*a*). Quant à la quantité d'eau, il l'obtient en retranchant le poids du tube où se trouve le chlorure de calcium et celui du ballon avant l'expérience, du poids de ce ballon et de ce tube après l'expérience. Il estime, d'ailleurs, la quantité d'acide carbonique uni à la soude, en considérant que, dans le sous-chlorure de plomb supposé à l'état de sous-hydro-chlorate, l'acide est combiné avec quatre fois autant de base que dans l'hydro-chlorate neutre, et que, conséquemment, l'oxide de plomb dégage une quantité de soude qui exige, pour devenir un sous-carbonate, un quart autant d'acide carbonique qu'il en faudrait pour réduire en carbonate tout l'oxide de plomb, c'est-à-dire, presque exactement un vingtième du poids de cet oxide.

---

potasse. Son ouverture est couverte d'une peau de gant mince, et à son fond est fixé un fil de fer qui sert à diriger le vase et à le retirer. Pour en prendre le poids avant et après l'expérience, on le ferme avec un bouchon à l'émeri.

O' représente ce petit vase hors de l'appareil.

P, robinet de la cloche, que l'on peut faire communiquer avec une pompe pneumatique pour remplir cette cloche de mercure.

RR, fourneau.

T, écran à travers lequel le tube *AA* passe. On chauffe d'abord la partie du tube qui est entre l'écran et le point *B* supérieur, et qui contient seulement un mélange de sel marin et de chlorate de potasse; puis, lorsque le chlorate est presqu'entièrement décomposé, on pousse l'écran d'environ un demi-pouce vers la partie postérieure du tube, et ainsi de suite, jusqu'à ce qu'il ne se dégage plus de gaz.

Le premier effet de la chaleur décompose le chlorate dans la partie antérieure du tube, et remplit le tube de gaz oxigène, de manière que la combustion de la matière combustible commence dans une atmosphère d'oxigène; d'un autre côté, lorsque la décomposition est finie, le tube et les vaisseaux contiennent un mélange de gaz acide carbonique et de gaz oxigène. La dernière portion de chlorate, dont la décomposition termine l'expérience, dégage de l'oxigène qui chasse le gaz acide carbonique des vaisseaux dans la cuve pneumatique.

(*a*) *Voyez* précédemment l'explication de l'appareil.

C'est au moyen de ces diverses données que M. Berzelius arrive à la connaissance de la proportion des principes constituans de la matière végétale : il conclut les quantités d'hydrogène et de carbone de celles d'eau et d'acide carbonique, et la quantité d'oxigène de la différence qu'il y a entre celle de la matière végétale et celles d'hydrogène et de carbone.

Dans tous les cas, il ne regarde l'analyse comme bonne qu'autant que la quantité d'oxigène de la substance analysée est un multiple par le nombre entier de l'oxigène de l'oxide de plomb avec lequel cette substance est unie, et qu'autant que l'on peut représenter par un certain nombre de volumes entiers les quantités d'oxigène, d'hydrogène et de carbone (*a*).

L'on trouvera dans le tableau suivant les résultats de quatorze analyses qu'il a faites par ce procédé. Les mots *capacité de saturation*, qui sont en tête de la seconde colonne, indiquent la quantité d'oxigène qui se trouve dans une portion d'une base saline quelconque, avec laquelle 100 parties de la substance analysée forment une combinaison qu'on a lieu de considérer comme neutre.

(*a*) Le poids d'un volume d'oxigène étant 100, celui d'un volume d'hydrogène sera de 6,6, puisque la pesanteur spécifique du premier est de 1,10359, et que celle du second est de 0,07321. Quant au poids d'un volume de carbone gazeux, M. Berzelius le suppose de 74,9 à 75,4. Il parvient à ce résultat en considérant que le gaz oxide de carbone contient la moitié de son volume de gaz oxigène, et en admettant que l'autre moitié est formée de vapeur de carbone. En effet, d'après la pesanteur spécifique du gaz oxide de carbone, le volume de l'oxigène contenu dans ce gaz étant représenté par 100, celui du volume restant, qu'on suppose être de la vapeur pure de carbone, le sera par 74,9 à 75,4. (*Voyez* volume 1, article *Carbone.*)

Ces nombres sont calculés d'après les densités des gaz, obtenues par MM. Biot et Arago. Il sera facile d'y faire les changemens nécessités d'après les densités observées récemment par MM. Berzelius et Dulong, sur l'hydrogène, l'oxigène et l'acide carbonique.

NOMS DES SUBSTANCES analysées (*a*).	CAPACITÉ de saturation.	NOMBRE DE VOLUMES.			Le poids des élémens est pour cent, d'après les expériences:			Le poids des élémens est pour cent, d'après le calcul fondé sur le nombre des volumes :		
		Oxigène.	Carbone.	Hydrogène.	Oxigène.	Carbone.	Hydrogène.	Oxigène.	Carbone.	Hydrogène.
Acide citrique	13,585	1	1	1	54,831	41,369	3,800	55,096	41,270	3,634
— tartrique	11,94	5	4	5	60,213	35,980	3,807	59,8 2	36,167	3,951
— oxalique	22,062	18	12	1	66,534	33,222	0,244	66,534	33,222	0,244
— succinique	16,000	3	4	4	47,888	47,600	4,512	47,923	47,859	4,218
— acétique	15,63	3	4	6	46,82	46,83	6,35	46 934	46,871	6,195
— gallique	12,44	1	2	2	38,36	56,64	5,00	38,023	56,958	5,019
— mucique	7,6	4	3	5	61,465	33,430	5,105	60,818	34,164	5,018
— benzoïque	6,7	1	5	4	20,43	74,41	5,16	20,02	74,71	5,27
— formique	20,572	3	2	2	64,223	32,970	2,807	64,76	32,40	2,84
Tannin de la noix de galle	3,718	4	6	6	44,654	51,160	4,186	45	50,55	4,45
Sucre de canne	9,98	10	12	21	49,015	44,200	6,785	49,083	44,115	6,802
Sucre de lait	12,45	4	5	10	48,348	45,267	6,385	48,348	45,267	6,385
Gomme arabique	4,44	12	13	24	51,306	41,906	6,788	51,456	41,752	6,792
Amidon	2,78	6	7	13	49,455	43,481	7,064	49,583	43,327	7,090

(*a*) Les différences que l'on observe entre ces résultats et les nôtres proviennent en général, selon M. Berzelius, de ce qu'il restait de l'eau dans plusieurs des substances que nous avons analysées. (*Voyez* le Mémoire de M. Berzelius, *Annales de Chimie*, tom. XCIV et XCV.)

L'on voit donc, d'après cette table, qu'en comparant entre eux les acides suivans, leurs proportions seront en volumes :

	Oxigène.	Carbone.	Hydrogène.
Acide oxalique.........	3	2	$\frac{1}{6}$
— formique.........	3	2	2
— succinique.......	3	4	4
— acétique.........	3	4	6
— gallique.........	3	6	6
— benzoïque.......	3	15	12

2188. Après avoir exposé, comme nous venons de le faire, les deux méthodes d'analyse qui ont été suivies, savoir : la première par MM. Gay-Lussac et Thenard, et la seconde par M. Berzelius, nous devons mettre nos lecteurs à même de déterminer quelle est celle qui mérite la préférence. A cet effet, nous rapporterons les observations qui ont été faites par M. Berzelius sur notre méthode, et la réponse qui a été faite à ces observations par le traducteur du Mémoire de M. Berzelius.

1°. L'appareil de Thenard et Gay-Lussac, dit M. Berzelius, a un robinet à travers l'ouverture duquel les boulettes doivent passer pour être reçues dans un tube métallique, dont l'extrémité inférieure doit être échauffée au rouge. Le robinet doit être bien graissé pour remplir son objet : or, comme les boulettes sont obligées de faire un demi-tour dans ce robinet avant de tomber, il est à peine possible de les empêcher de prendre un peu de graisse, laquelle sera décomposée avec elles, et rendra le résultat inexact jusqu'à un cerain degré.

2°. La nécessité d'humecter la substance qu'on examine pour la réduire en boulettes avec le suroxi-muriate de potasse (chlorate de potasse) enlève la possibilité de la réduire au même degré de sécheresse absolue qu'avant cette opération. Ce n'est que par des circonstances semblables que je

puis expliquer les différences qui se trouvent entre les résultats de l'analyse des chimistes français et les miens.

3°. Mais l'objection la plus importante est que, dans leur méthode, la quantité de l'hydrogène est déterminée par la perte, qui, dans quelques cas, peut être due à quelques circonstances imprévues, et qui, dans tous les cas, doit être un peu plus grande que la quantité d'eau produite. Or, nous verrons ci-après que c'est un point très-essentiel de pouvoir déterminer avec la plus rigoureuse exactitude la quantité d'hydrogène qui existe dans ces substances, parce que, comme son volume a très-peu de poids, une petite erreur dans l'expérience peut faire conclure plusieurs volumes de trop d'hydrogène, et entraînerait une erreur considérable dans le nombre des volumes d'oxigène et de carbone.

4°. Une autre observation qui concerne les expériences des chimistes français, mais qui n'affecte cependant pas leur méthode, c'est que Gay-Lussac et Thenard n'ont fait aucune attention à l'eau de combinaison dans plusieurs corps organiques. Ils se sont contentés de les sécher à la température de l'eau bouillante, et ils n'ont pas examiné si les substances qu'ils regardaient comme sèches contenaient de l'eau ou non. Cette circonstance n'est nullement indifférente, comme nous le verrons. Ils ont analysé quelques acides végétaux combinés avec la chaux et la baryte; sans faire attention à l'eau qui était combinée dans ces sels. Ainsi, en considérant le mélange d'acide et d'eau comme acide pur, leurs résultats s'éloignent beaucoup de la vérité; mais si on les corrige par la soustraction de la quantité d'eau, ils s'accordent en général avec les miens. (*Ann. de Chimie*, tom. XCIV et XCV.)

2189. Voici maintenant les observations du traducteur du Mémoire de M. Berzelius sur les objections que nous venons de citer textuellement.

1°. Les boulettes dont Gay-Lussac et Thenard se servent sont déposées dans une cavité gravée dans la tige du robinet, qui, par un demi-tour, les dépose dans le tube où se fait la combustion. La très-petite quantité de graisse qu'exige ce robinet ne peut pénétrer jusqu'à cette cavité, et pour qu'elle ne puisse intervenir par l'action de la chaleur, une capsule remplie de glace entoure le robinet et s'oppose à tout échauffement (*a*).

Cés boulettes ne sont point reçues dans un tube métallique dans lequel doit s'opérer la combustion, mais dans un tube de verre.

2°. L'humectation de la substance destinée à l'analyse n'apporte aucune incertitude dans le résultat; car elle a été desséchée à la chaleur de la vapeur de l'eau bouillante avant que d'être pesée; et lorsque les boulettes sont formées, on les sèche au même degré de chaleur : par conséquent l'eau qu'on a employée est entièrement chassée par l'évaporation.

3°. M. Berzelius pense que la quantité d'hydrogène étant déterminée par la perte de poids que l'on suppose représenter le poids de l'eau, et cette perte pouvant provenir en partie de quelque imperfection inaperçue du procédé, elle peut être exagérée. Comparons les deux méthodes : dans celle des chimistes français, tout le gaz qui se dégage est recueilli et analysé ; on sait combien le chlorate de potasse a dû en fournir ; on reconnaît la proportion de gaz acide carbonique; toutes les évaluations se font en volumes, et sont par conséquent plus précises que celles que l'on obtient par les poids, et les conclusions que l'on en tire plus certaines. Dans le procédé

(*a*) D'ailleurs, ces boulettes ne frottent jamais contre la paroi de la douille du robinet, parce que l'on tourne la clef assez vite pour que cela ne puisse arriver.

de M. Berzelius, la vapeur d'eau se trouve en contact avec une masse considérable de matière très-avide d'humidité, et qui peut en reprendre par un léger abaissement de température ; elle se disperse dans le récipient et dans le premier tube de caoutchouc ; il faut faire plusieurs pesées ; il faut déterminer par leur moyen le poids de l'acide carbonique et celui de l'eau, et quelques milligrammes de la dernière suffisent pour donner des différences dans la détermination de l'hydrogène des substances qui en contiennent très-peu, et pour obliger de corriger les résultats par des calculs hypothétiques.

Il suppose que l'acide carbonique est chassé en entier par la très-petite quantité de gaz oxigène qui se dégage à la fin de son opération ; et l'on sait combien le mélange de gaz se fait promptement, surtout lorsqu'il y a des changemens de température et lorsqu'ils parviennent à des espaces d'une certaine largeur, tels que le récipient de la figure 8, planche XXXII.

L'évaluation qu'il donne de l'acide carbonique qui a dû être retenu par la soude dégagée du sel marin par l'action de l'oxide de plomb, est un peu vague ; car l'action de cet oxide sur le sel marin peut être modifiée par celle qu'il exerce sur le verre avec lequel il est en contact.

4°. Les chimistes français n'ont point déterminé d'une manière fixe l'eau de combinaison dans plusieurs corps organiques ; ils se sont contentés de les dessécher tous également à la température de l'eau bouillante. Il est vrai que, par là, ils ont pu confondre une partie de l'eau étrangère à la substance avec celle qui se forme des élémens qui lui sont propres ; mais on ne peut rien conclure de là contre leur procédé ; on peut reconnaître, par une plus forte dessiccation, la quantité d'eau étrangère à la composition de la substance et la retrancher des produits de l'expérience ; mais 1°. il y a peu de substances végé-

tales et animales qui puissent supporter un degré de chaleur supérieur à celui de l'eau bouillante, sans que leur composition n'éprouve une altération; 2°. pour les acides végétaux combinés avec des bases fixes, il faudrait toujours s'assurer si un degré de chaleur supérieur n'y aurait produit aucune altération, et alors même on ne serait pas assuré d'avoir atteint le terme précis auquel toute l'eau étrangère serait chassée, pendant que celle qui se forme par la combinaison de l'hydrogène et de l'oxigène n'aurait point commencé à être produite. Cette extrême précision me paraît hors des limites de l'art, et l'analyse laissera toujours quelque incertitude à cet égard. (*Annales de Chimie*, tom. XCIV, p. 29.)

2190. Aux observations que nous venons de rapporter, et qui sont du traducteur du Mémoire de M. Berzelius, nous ajouterons que, puisque M. Berzelius parvient en général aux mêmes résultats que nous, en tenant compte toutefois de la quantité d'eau dont il admet l'existence dans divers composés, il en résulte que sa méthode n'est pas meilleure que la nôtre. Reste à savoir maintenant si elle est aussi simple et aussi générale.

La nôtre est évidemment plus simple : il est facile de s'en convaincre d'après ce que nous avons dit des deux; elle est aussi plus générale, car M. Berzelius ne pourrait analyser par sa méthode ni les matières animales, ni les matières, telles que les huiles fixes, qui sont volatiles au-dessous de la chaleur rouge. Dans le premier cas, il obtiendrait une certaine quantité d'acide nitreux ou un résidu charbonneux (*a*); et, dans le second, une portion

---

(*a*) En effet, les matières animales chauffées avec un excès de chlorate de potasse forment de l'acide nitreux (2183); et il serait difficile que M. Berzelius employât une telle quantité de ce sel que la matière fût en excès et réduite toute entière en gaz.

de l'huile échapperait à la combustion : d'où je conclus que notre méthode est préférable à la sienne.

2191. *Méthode de M. Théodore de Saussure.* — Cette méthode, que l'auteur n'applique qu'à l'analyse des substances qui ne contiennent point d'azote, ou du moins qui n'en contiennent que très-peu, consiste, 1°. à mêler cinq à six centigrammes de la substance à analyser avec cinquante fois son poids de sable siliceux; 2°. à introduire le mélange dans un tube de verre, courbé à la moitié de sa longueur, qui est d'un mètre, fermé hermétiquement par un bout, terminé de l'autre par un robinet, et assez large pour contenir 200 centimètres cubes; 3°. à faire le vide dans ce tube et à le remplir de gaz oxigène; 4°. à tenir le robinet fermé et à chauffer jusqu'au rouge obscur, avec une forte lampe, toutes les parties du tube adjacentes à la substance qu'on analyse; 5°. à soumettre à plusieurs reprises, à l'incandescence, les parties fuligineuses qui se forment et se condensent dans le tube, de manière à les brûler complètement, ou à les exposer à la chaleur de la lampe jusqu'à ce qu'elles soient incolores et transparentes comme l'eau; 6°. à déterminer quelle est la diminution de volume qu'éprouve le gaz pendant l'expérience; 7°. à analyser ce gaz; 8°. enfin, à laver avec 30 grammes d'eau pure l'intérieur du tube, à la distiller à une douce chaleur sur un peu d'hydrate de chaux, et à apprécier la quantité d'ammoniaque qu'elle pourrait contenir, dans le cas où l'azote serait l'un des élémens de la substance. (*Voyez* les détails du procédé, *Bibliothèque britannique*, vol. LVI, pag. 333, *Sciences et Arts.*) M. de Saussure a fait de cette manière un assez grand nombre d'analyses dont nous allons rapporter les résultats, et que l'on trouve, soit dans l'ouvrage que nous venons de citer, soit dans les Annales de Chimie et de Physique, tom. XIII, pag. 259 et 337.

SUBSTANCES ANALYSÉES.	Carbone.	Oxigène.	Hydrogène.	Azote.	Quantité d'eau qui peut être produite par les élémens de la substance végétale.	Oxigène en excès par rapport à l'hydrogène.
Amidon	45,39	48,31	5,90..	0,4...	50,48....	3,76
Sucre d'amidon.	37,29	55,87	6,84..	0.....	58,44....	4,26
Sucre de raisin	36,71	56,51	6,78..	0.....	58........	5,29
Sucre de canne	42,47	50,79	6,74..	0.....	57,53.....	
Gomme arabique	45,84	48,26	5,46..	0,44..	46,67.....	7,05
Sucre de lait	39,50	......	....	......	55,50 ...	5
Fil de coton	47,82	45,80	6,06..	0,32..	51,81.....	0 hydrog. excédant.
Manne	38,53	53,6..	7,87..	0.....	60,7......	0,77

SUBSTANCES ANALYSÉES.	Carbone.	Hydrogène.	Oxigène.	Azote.
Camphre	74,38	10,67	14,61	0,34
Cire d'abeille purifiée	81,607	13,859	4,534	0
Blanc de baleine	75,474	11,377	12,795	0,354
Acide margarique	70,95	16,415	12,635	0
Poix-résine purifiée	77,402	13,047	9,551	0
Calcul biliaire.	84,068	3,914	12,018	0
Graisse de porc purifiée.	78,843	8,502	12,182	0,473
Graisse de porc saponifiée	75,747	12,325	11,615	0,313
Élaïne de graisse de porc	74,792	13,556	11,652	0
Huile d'olive.	76,034	12,068	11,545	0,353
Stéarine d'huile d'olive	82,17	6,302	11,232	296
Huile de noix	79,774	9,122	10,570	0,534
— d'amande douce	77,403	10,828	11,481	0,288
— de lin	76,014	12,635	11,351	
— de ricin	74,178	14,788	11,034	

Plusieurs de ces analyses ont éte faites aussi par nous (2182) ; mais la plupart des résultats que nous avons obtenus diffèrent essentiellement de ceux de M. de Sau-

sure. Cette différence dépend évidemment du mode d'opérer.

Celui qui nous est propre nous paraît préférable, parce qu'il est simple, qu'il n'entraîne dans aucune erreur apparente; tandis que celui de M. de Saussure est compliqué, et qu'en le suivant on ne saurait acquérir la certitude, pour ainsi dire, que tout le carbone de la substance que l'on analyse est brûlé.

2192. *Méthode employée par MM. Berard, Chevreul, etc.* — Cette méthode, que M. Gay-Lussac a employée le premier pour faire l'analyse de l'acide urique, est fondée sur la propriété qu'a le peroxide de cuivre de céder son oxigène aux matières végétales et animales à une température élevée, et d'en brûler complètement l'hydrogène et le carbone; elle n'est, ainsi que celles de M. Berzelius et de M. de Saussure, qu'une modification de la première, et donne des résultats très-exacts, pourvu qu'on la pratique avec les précautions convenables. Voici celles qui semblent nécessaires, d'après les auteurs que je viens de citer.

1°. Prendre un tube de verre bien sec, d'environ quatre décimètres de longueur, de sept millimètres de diamètre intérieur, et fermé à la lampe par l'une de ses extrémités.

2°. Peser dans un verre de montre, avec beaucoup de précision, 4 à 5 décigrammes de la substance à analyser, et les mêler dans un mortier de verre avec à-peu-près 40 à 45 grammes de deutoxide de cuivre.

La substance, le mortier, l'oxide doivent être desséchés soigneusement. Pour cela on calcine l'oxide jusqu'au rouge, et lorsqu'il est à la température de 50 à 60°, on le triture, avec la substance même, dans le mortier chauffé d'avance.

3°. Introduire le mélange dans le tube de verre avec un petit entonnoir, séché comme tout le reste avec soin, y introduire ensuite 15 à 20 autres grammes d'oxide cui-

vreux, après les avoir triturés un instant dans le mortier pour enlever toute la matière qu'on se propose d'analyser, puis en ajouter encore 14 à 15 autres de la même manière, et enfin recouvrir le tout d'une couche de cuivre en limaille, destinée à maintenir l'oxide et à décomposer l'acide nitreux qui pourrait se former si la matière était de nature animale.

4°. Tirer alors l'extrémité du tube à la lampe, tout près de la couche de cuivre, courber presqu'à sa naissance la partie effilée, de manière à la couder un peu et à la rendre ensuite presque parallèle au corps du tube : de cette manière, le peu de vapeur qui pourrait se condenser ne saurait retomber dans le tube.

5°. Peser le tube dans cet état, le placer presque horizontalement sur un long fourneau, et le soutenir sur une grille en fil de fer; joindre au moyen de gomme élastique, comme nous avons dit (2187), la partie effilée avec un petit tube recourbé propre à recueillir les gaz, engager l'extrémité de ce petit tube sous un flacon plein de mercure, et faire en sorte qu'elle s'élève dans ce vase jusqu'à 1 pouce à 1 pouce $\frac{1}{2}$.

6°. Chauffer peu à peu le tube plein de matière, et faire rougir successivement la partie du tube qui contient la limaille de cuivre, puis celle qui contient l'oxide, et enfin celle qui contient le mélange. Par ce moyen, si la matière n'est pas complètement brûlée par l'oxide avec lequel elle est immédiatement en contact, la combustion des produits s'achève dans leur passage à travers la couche d'oxide pur, et s'il se forme un peu de deutoxide d'azote ou d'acide nitreux, ceux-ci se trouvent tout-à-coup décomposés par le cuivre en limaille, en sorte que l'on recueille tout le gaz azote que peut contenir la matière, et tout l'acide carbonique qui peut en provenir.

7°. Laisser refroidir l'appareil, mesurer les gaz, tenir compte de la vapeur dont ils sont saturés, de la pression

atmosphérique, de la température, et déterminer sur une petite quantité de ces gaz, en les agitant dans un tube gradué avec une dissolution de potasse caustique, les proportions d'acide carbonique et d'azote qu'ils peuvent contenir.

Cette opération permet déjà de connaître le poids du carbone et celui de l'azote de la substance analysée, puisqu'il est facile de les conclure du volume de l'azote et du volume de l'acide carbonique, en se rappelant que le gaz carbonique renferme un volume égal au sien de vapeur de carbone. (1er vol., pag. 52, 225, 643.)

Il ne reste donc plus qu'à déterminer la quantité d'hydrogène et d'oxigène : pour cela, il faut savoir d'abord combien l'oxide de cuivre cède d'oxigène à la matière animale ou végétale : or, la perte du poids qu'éprouve le tube pendant l'opération ne peut être due qu'à la vaporisation de tous les principes de cette matière et à l'oxigène de l'oxide de cuivre. Si donc l'on pèse le tube avant et après l'opération, et si l'on retranche de la différence des deux poids celui de la matière, l'on aura le poids d'oxigène que les principes combustibles de la matière auront enlevé à l'oxide métallique (*a*). Mais, à l'aide de cet oxigène, la matière se convertit complètement en eau, en gaz carbonique et en azote. La question rentre donc dans celle que nous avons examinée précédemment (2179).

Si l'on voulait déterminer directement la quantité d'eau qui se produit dans l'opération, il y aurait un moyen bien simple : ce serait de répéter l'expérience et de faire passer les produits gazeux dans un tube de 4 à 5 décimètres de

---

(*a*) M. Chevreul, dans son Mémoire, recommande aussi de se mettre à l'abri des erreurs produites par l'influence de l'humidité hygrométrique sur le tube. Pour cela, il ne pèse le tube, avant et après l'opération, que lorsqu'il est saturé de cette sorte d'humidité : bien entendu que les pesées se font au même degré de l'hygromètre.

long, large d'environ un centimètre, effilé par les deux bouts, plein de chlorure de calcium, et que l'on placerait entre le tube qui contient l'oxide et le petit tube qui plonge dans le mercure ; d'unir ce tube aux autres par des tuyaux de caoutchouc (2187) et de le peser avant et après l'opération: Il serait même possible de déterminer la quantité d'eau et la quantité de gaz dans une seule expérience : cependant M. Chevreul a préféré toujours d'en faire deux, en négligeant de recueillir le gaz dans celle qui a pour objet la détermination de l'eau : l'une sert de contre-épreuve à l'autre.

Voici maintenant les résultats qui, d'une part, ont été obtenus par M. Berard (Thèse soutenue à la Faculté de Médecine de Montpellier le 9 juillet 1817, et ceux qui, de l'autre, l'ont été par M. Chevreul. Ceux-ci m'ont été communiqués par l'auteur ; ils font partie d'un ouvrage qu'il va publier incessamment sur les corps gras.

Analyses par M. Bérard.

SUBSTANCES ANALYSÉES.	Carbone de ces substances.	Oxigène de ces substances.	Hydrogène de ces substances.	Azote de ces substances.
Urée	19,40	26,40	10,80	43,40
Acide urique	33,61	18,89	8,34	39,16
Beurre	66,34	14,02	19,64	»
Axonge	69	9,66	21,34	»
Suif de mouton	62	14	24	»
Adipocire des calculs biliaires ou cholestérine	72,01	6,66	21,33	»
Blanc de baleine	81	6	13	»
Huile de poisson	79,65	6	14,35	»

Analyses par M. Chevreul.

SUBSTANCES ANALYSÉES.	EN POIDS.			EN VOLUME		
	Oxigène.	Carbone.	Hydrogène.	Oxigène.	Carbone(*a*).	Hydrogène.
Acide margarique de graisse de porc	9,107	78,245	12,648	1	11,22	122,26
Acide oléïque de graisse de porc	9,54	78,47	11.99	1	10,75	20,14
Cétine	4,858	81,804	13,388	1	22.	44
Cholestérine	2,5004	85,9092	11,5904	1	44,9	75,1
Graisse de porc	10,132	78,372	11,496	1	10,10	18,19
Graisse de porc saponifiée ou acides margarique et oléïque	9,58	78,13	12,29	1	10,65	20,56
Graisse humaine	10,30	78,416	11,554	1	10,21	18,46
Graisse humaine saponifiée	9,071	78,700	12,229	1	11,33	21,60
Principe doux de graisse de porc : densité 1,27, température + 4°	52,432	39,132	8,436	1	0,976	2,576
Graisse de mouton	8,42	79,58	12,00	1	12,35	22,84
Graisse de mouton saponifiée	7,5	79,7	12,8	1	13,89	27,35
Ethal ou matière grasse non acide, provenant de l'action de la potasse sur la cétine	6,2888	79,7660	13,9452	1	16,60	35,54

(*a*) M. Chevreul suppose la densité de la vapeur de carbone égale, non pas à 0,422, comme M. Gay-Lussac (vol., 1, pag. 171), mais à deux fois ce nombre, comme M. Berzelius.

Nota. L'acide margarique et la cétine peuvent donc être considérés comme un composé d'oxigène et d'hydrogène per-carboné, et l'acide oléïque comme un composé d'hydrogène per-carboné et d'oxide de carbone.

CHAPITRE VIII.

Des Procédés par lesquels on peut reconnaître à quelle classe de corps, et par conséquent à quel chapitre appartient la substance qu'il s'agit d'examiner.

2193. On doit se rappeler que cet essai a été divisé en neuf chapitres ; que nous avons traité, dans le premier, des manipulations communes à un grand nombre d'analyses ; dans le second, de l'analyse des gaz ; dans le troisième, de celle des corps combustibles ; dans le quatrième, de celle des corps brûlés ; dans le cinquième, de celle des sels ; dans le sixième, de celle des eaux minérales ; dans le septième, de celle des substances organiques ; et que dans le huitième, qui est celui-ci, nous devons traiter de l'art de reconnaître à quel chapitre ou à quelle classe le corps à analyser appartient. Nous supposerons d'abord que ce corps ne fasse partie que d'une seule classe.

1°. Il sera toujours facile de savoir s'il appartient à la seconde, puisque celle-ci ne se compose que des substances gazeuses.

2°. Rien de plus facile aussi que de reconnaître s'il fait partie de la sixième, qui ne comprend que les eaux minérales : alors il sera liquide, et proviendra de sources salines, ou ferrugineuses, ou sulfureuses, ou acidules.

3°. On reconnaîtra avec la même facilité s'il est compris dans la septième classe, où se trouvent réunies toutes les substances organiques : ce sera de le projeter en petite quantité sur des charbons incandescens, ou de le soumettre à l'action du feu dans une cornue ou dans un tube de porcelaine : dans ce cas, il se charbonnera, laissera dégager beaucoup de gaz, et donnera lieu à tous les produits

qui proviennent de la décomposition des matières végétales et animales par le feu.

4°. Pour savoir si le corps fait partie de la cinquième classe, qui renferme les sels, il faudra le soumettre à diverses épreuves. L'on commencera par examiner ses propriétés physiques, sa couleur, sa forme, sa saveur, son action sur les couleurs : presque toujours, surtout lorsqu'il sera sapide, il suffira de ces propriétés pour résoudre la question ; lorsqu'elles ne suffiront pas, il faudra avoir recours aux propriétés chimiques.

S'il est soluble dans l'eau, on l'y dissoudra, et l'on y versera, à la manière ordinaire, une dissolution de potasse, ou de soude, ou de sous-carbonate de potasse, ou de sous-carbonate de soude ; s'il est insoluble, on le traitera, à la chaleur de l'ébullition, par une dissolution de l'un de ces deux sous-carbonates ; et ordinairement si ce corps est un sel, à moins qu'il ne soit à base de potasse, ou de soude, ou d'ammoniaque, il en résultera un dépôt de carbonate ou d'oxide facile à reconnaître : le carbonate, par la propriété qu'il aura de faire effervescence avec les acides et de laisser dégager du gaz carbonique, et l'oxide, aux caractères que nous allons exposer plus bas. (*Voy.* ce qui a été dit à ce sujet.) L'emploi des hydro-sulfates pourra aussi être très-utile.

L'on recherchera d'ailleurs, et l'on reconnaîtra la présence d'un acide dans la matière saline présumée, en la traitant comme nous avons dit au sujet de la détermination des divers genres de sels (2137).

Ajoutons à ce qui précède, ou plutôt rappelons que les sels à bases végétales ne peuvent être confondus avec aucun autre (vol. III, p. 175) ; que les sels à base de lithine sont faciles à distinguer par l'action de leur base sur le platine (516 *bis*) ; que tous les sels ammoniacaux sont reconnaissables à l'odeur vive d'ammoniaque qui se dégage subi-

tement de leur mélange avec la chaux éteinte; qu'aucun sel à base de potasse ne laisse exhaler d'odeur, et que tous, en dissolution concentrée, précipitent en jaune les dissolutions de platine également concentrées. Enfin, observons que les différens sels de potasse et de soude sont au nombre de ceux qu'on reconnaît aisément comme sels par leurs propriétés physiques.

Ainsi donc l'on voit que, lorsque le corps à examiner sera compris dans la cinquième classe, il sera toujours possible de le savoir au moyen d'un petit nombre d'essais.

5°. La quatrième classe comprenant les acides et les oxides minéraux solides ou liquides, il ne sera pas difficile de reconnaître si un corps en fait partie, lorsqu'on se sera assuré qu'il n'appartient à aucune des classes précédentes.

En effet, tous les acides se distingueront par la propriété de rougir la teinture de tournesol et de neutraliser les bases salifiables.

Les oxides à radicaux métalliques se reconnaîtront par leurs propriétés physiques (469), et surtout par la propriété qu'ils ont, à l'exception du protoxide de mercure et de l'oxide d'argent, de former avec l'acide hydro-chlorique liquide des sels plus ou moins neutres et plus ou moins solubles, sans qu'il en résulte d'ailleurs ou qu'il se dégage d'autres produits que du chlore (*a*). Le protoxide de mercure, en supposant qu'on puisse l'obtenir isolé, et l'oxide d'argent donneront lieu à de l'eau et à des chlorures insolubles, et formeront d'ailleurs avec l'acide nitrique des nitrates qui se dissoudront facilement.

Quant aux oxides non métalliques, comme il ne s'en

(*a*) C'est avec les oxides très-oxigénés que l'acide hydro-chlorique produit du chlore.

trouve que trois dans la quatrième classe, l'oxide de phosphore, l'eau et le deutoxide d'hydrogène, et qu'ils ont des caractères tranchés, on ne pourra les confondre avec aucun autre.

6°. Enfin, comment reconnaître si un corps qui n'est ni gazeux, ni salin, etc., fait partie de la troisième classe, qui comprend, 1°. les corps combustibles non métalliques solides; 2°. les métaux; 3°. les composés combustibles métalliques ou les alliages; 4°. les composés combustibles non métalliques solides et liquides; 5°. les composés combustibles mixtes?

D'abord, par cela même qu'il n'appartiendra point aux autres classes, il sera naturel de penser qu'il appartiendra à celle-ci. Les corps combustibles non métalliques solides seront faciles à reconnaître aux caractères qui leur ont été assignés (2052); il en sera de même des composés combustibles solides ou liquides non métalliques et non acides, qui, à part les séléniures, sont au nombre de neuf: le soufre hydrogéné, le carbure de soufre, le phosphure de soufre, le phosphure d'iode, le phosphure de chlore, le sulfure de chlore, le sulfure d'iode, le chlorure d'azote, l'iodure d'azote (*Voyez* 178, 181, 182 *bis*, 185, 187, 187 *bis*, 188 et 188 *bis*). On distinguera les métaux, les alliages et la plupart des composés combustibles mixtes, par leur brillant, par leur pesanteur spécifique, qui, excepté celles du potassium et du sodium, est toujours très-grande; par leur action sur l'air, sur l'acide nitrique ou sur l'eau régale, et par les produits qui en résulteront; enfin, par la ductilité que possèdent plusieurs de ces corps. Quant à ceux des composés combustibles mixtes qui n'auront pas l'éclat métallique, et qui consistent en quelques sulfures, phosphures, iodures, séléniures, hydrures et azotures, on les reconnaîtra aussi, du moins comme corps appartenant à la troisième classe, en considérant leurs propriétés physiques et

leur action sur l'air, l'acide nitrique et l'eau régale : il sera bon d'y joindre l'action de l'eau et celle du nitrate de potasse, et d'examiner, dans tous les cas, les produits qui se formeront.

2194. Nous avons supposé, dans ce que nous venons de dire, que le corps qu'il s'agissait d'examiner ne faisait partie que d'une seule classe; mais, s'il faisait partie de plusieurs, comment serait-il possible de s'en assurer? Le problême deviendrait bien plus compliqué; ce ne serait souvent qu'en faisant un grand nombre d'essais qu'on y parviendrait, et qu'en se guidant par les phénomènes que l'on observerait: il serait difficile de donner des règles générales à cet égard.

CHAPITRE IX.

SECTION I.

Table des Nombres proportionnels.

2195. On appelle *proportionnels* les nombres écrits dans le tableau suivant, parce qu'ils indiquent le rapport dans lequel les différentes substances peuvent se combiner. En ajoutant deux nombres proportionnels simples, on a le nombre proportionnel du composé : ainsi, 11,24, nombre proportionnel de l'eau, résulte de l'addition des nombres proportionnels 10 et 1,24 de l'oxigène et de l'hydrogène. 25,46 est le nombre proportionnel du calcium : en l'augmentant de 10 d'oxigène, on obtient 35,46, qui est celui de la chaux; et si on ajoute ce dernier à 50, qui représente l'acide sulfurique, on aura 85,46, nombre proportionnel du sulfate de chaux, etc. Tous ces nombres ont été calculés par M. Despretz, répétiteur de chimie à l'Ecole polytechnique.

			Composition des Sels.
ROGÈNE, 1,24..	+10 oxigène..	=Eau.	
, 3,4.........	+10.........	=Acide borique.	
ONE, 7,54.....	+10.........	=Ox. de carbone.	
	+20.........	=Ac. carbonique.	27,54 d'acide carbonique, plus une quantité de base contenant 10 d'oxigène, forme un sous-carbonate. Il faut doubler le nombre 27,54 pour les carbonates saturés.
	+1,24 Hydrog.	=hydrogène carboné.	
PHORE, 20,03..	+7,5 oxigène..	=A. hypo-phosphoreux.	
	+15.........	=Acid. phosphoreux.	35,03 d'acide phosphoreux, plus une quantité de base quelconque contenant 10 d'oxigène, forme un phosphite neutre.
	+25.........	=Acid. phosphorique.	45,03 d'acide phosphorique, plus une quantité de base quelconque contenant 10 d'oxigène, forme un phosphate neutre. Pour les sous-phosphates, les phosphates acidules ou acides, il faut multiplier le nombre 45,03 d'acide phosphorique par $\frac{2}{3}$, $\frac{4}{3}$ ou par 2, la quantité de base restant la même.
	+65,5 chlore..	=Prot.-chlorure.	
	+109,2......	=Deut.-chlorure.	
RE, 20.......	+20 oxigène...	=Ac. sulfureux.	40 d'acide sulfureux, plus une quantité de base quelconque contenant 10 d'oxigène, forme un sulfite neutre.
	+25.........	=Ac. hypo-sulfurique.	90 d'acide hypo-sulfurique, plus une quantité de base contenant 10 d'oxigène, forme un hypo-sulfate neutre.
	+30.........	=Ac. sulfurique.	50 d'acide sulfurique, plus une quantité de base contenant 10 d'oxigène, forme un sulfate neutre.
	+1,24 hydrog.	=Ac. hydro-sulfurique.	21,24 d'acide hydro-sulfurique, plus une quantité de base contenant 10 d'oxigène, forme un hydro-sulfate neutre.

			Composition des Sel…
Soufre, 40	+7,54 carbone.	=Carbure de soufre.	
Idem, 20	+43,7 chlore..	=Chlorure de soufre.	
Sélénium, 49,59	+20 oxigène..	=Ac. sélénique.	69,59 d'acide sélénic… plus une quantité de … contenant 10 d'oxigè… forme un séléniate neu…
	+1,24 d'hydr.	=Ac. hydro-sélénique.	
Iode, 156,21	+50 oxigène..	=Acide iodique.	206,21 d'acide iodi… plus une quantité de … quelconque contenant … d'oxigène, forme un io… neutre.
	+1,24 hydrog.	=Ac. hydriodiq.	157,45 d'acide hydri… que, plus une quanti… base contenant 10 d'ox… forme un hydriodate ne…
	+5,85 azote...	=Iodure d'azote.	
Chlore, 43,7	+10 oxigène..	=Protoxide de chlore.	
	+40..........	=Deutoxide.	
	+50..........	=Ac. chlorique.	93,7 d'acide chlori… plus une quantité de… quelconque contenant… d'oxigène, forme un c… rate neutre.
	+70..........	=Ac. per-chlorique.	
	+17,54 Ox. carb.	=Ac. chloroxi-carbonique.	
	+1,24 hydrog.	=Acide hydro-chlorique.	44,94 d'acide hydro-… rique, plus une quanti… base cont. 10 d'oxig., f… un hydro-chlorate neu…
Azote, 17,7	+10 oxigène..	=Protoxide.	
	+20..........	=Deutoxide.	
	+30..........	=A. per-nitreux.	
	+40..........	=Ac. nitreux.	
	+50..........	=Ac. nitrique..	67,7 d'acide nitri… plus une quantité de… quelconque contenan… d'oxigène, forme un n… neutre.
	+15,08 carb...	=Cyanogène.	
	+3,73 hydrog.	=Ammoniaque.	
Arsenic, 47,5	+15 oxigène..	=Oxide.	
	+25..........	=Ac. arsenique.	72,50 d'acide arsen… plus une quantité de… quelconque contenan… d'oxigène, forme un … niate neutre.
	+15..........	=Ac. arsenieux.	
	+30 soufre....	=Sulfure.	
	+65,5 chlore..	=Chlorure.	
	+234,3 iode..	=Iodure.	

			Composition des Sels.
…YBDÈNE, 59,7..	+10 oxigène..	=Oxide.	
	+20........	=A. molybdeux.	
	+30........	=A. molybdique.	89,7 d'acide molybdique, plus une quantité de base quelconque contenant 10 d'oxigène, forme un molybdate neutre.
	+40 soufre...	=Sulfure.	
…OME, 35,1.....	+15 oxigène..	=Oxide.	
	+30...........	A. chromique.	65,1 d'acide chromique, plus une quantité de base quelconque contenant 10 d'oxigène, forme un chromate neutre.
…GSTÈNE, 120,7.	+20 oxigène..	=Oxide.	
	+30........	=A. tungstique.	150,7 d'acide tungstique, plus une quantité de base quelconque contenant 10 d'oxigène, forme un tungstate neutre.
	+40 soufre...	=Sulfure.	
…MBIUM, 182,3.	+10 oxigène..	=A. colombique.	192,3 d'acide colombique, plus une quantité de base quelconque contenant 10 d'oxigène, forme un colombate neutre.
…IUM, 10......	+10 oxigène..	=Silice.	
…ONIUM, 46,25..	+10.........	=Zircone.	
…MINIUM, 11,25.	+10.........	=Alumine.	
…CINIUM, 22,5...	+10.........	=Glucine.	
…IUM, 40,2.....	+10.........	=Ittria.	
…NÉSIUM, 14,6..	+10 oxigène..	=Magnésie.	
	+43,7 chlore..	=Chlorure de magnésium.	
	+156,2 iode..	=Iodure.	
…IUM, 25,46...	+10 oxigène..	=Chaux.	
	+43,7 chlore..	=Chlorure de calcium.	
	+156,2 iode..	=Iodure.	
…NTIUM, 59....	+10 oxigène..	=Strontiane.	
	+20.........	=Deutoxide de strontium.	
	+43,7 chlore..	=Chlorure de strontium.	
	+156,2 iode..	=Iodure.	
…UM, 87.......	+10 oxigène..	=Baryte.	
	+20.........	=Deutoxide de barium.	
	+43,7 chlore..	=Chlorure de barium.	
	+156,2 iode...	=Iodure.	
…HIUM, 12,7.....	+10 oxigène..	=Lithine.	
	+43,7 chlore..	=Chorure.	

SODIUM, 29,1......	+10 oxigène..	=Soude.
	+15.........	=Peroxide.
	+43,7 chlore..	=Chlorure.
	+156,2 iode...	=Iodure.
POTASSIUM, 49,1...	+10 oxigène..	=Potasse.
	+30.........	=Peroxide.
	+43,7 chlore..	=Chlorure.
	+156,2 iode..	=Iodure.
MANGANÈSE, 35,56.	+10 oxigène..	=Protoxide.
	+15.........	=Deutoxide.
	+20.........	=Peroxide.
	+43,7 chlore..	=Chlorure.
ZINC, 41,25.......	+10 oxigène...	=Oxide.
	+20 soufre...	=Sulfure.
	+156,2 iode..	=Iodure.
	+43,7 chlore..	=Chlorure.
FER, 34,5.........	+10 oxigène..	=Protoxide.
	+15.........	=Peroxide.
	+20 soufre....	=Proto-sulfure.
	+40.........	=Deuto-sulfure.
	+43,7 chlore..	=Proto-chlorure.
	+156,2 iode..	=Proto-iodure.
ETAIN, 73,75......	+10 oxigène..	=Protoxide.
	+20.........	=Deutoxide.
	+20 soufre...	=Proto-sulfure.
	+40.........	=Deuto-sulfure.
	+43,7 chlore..	=Proto-chlorure.
	+87,4	=Deuto-chlorure.
	+156,2 iode..	=Iodure.
CADMIUM, 69,6....	+10 oxigène..	=Oxide.
	+20 soufre...	=Sulfure.
ANTIMOINE, 53,76..	+10 oxigène..	=Protoxide.
	+14,1	=Deutoxide.
	+20.........	=Tritoxide.
	+43,7 chlore..	=Proto-chlorure.
	+20 soufre...	=Proto-sulfure.
	+156,2 iode..	=Proto-iodure.
URANE, 157,8.....	+10 oxigène..	=Protoxide.
	+15.........	=Deutoxide.
CÉRIUM, 57,47.....	+10 oxigène..	=Protoxide.
	+15.........	=Deutoxide.
	+43,7 chlore..	=Proto-chlorure.

Cobalt, 36,9......	+10 oxigène..	=Protoxide.
	+13.........	=Deutoxide.
	+43,7 chlore..	=Proto-chlorure.
Bismuth, 88,69....	+10 oxigène..	=Oxide.
	+20 soufre....	=Sulfure.
	+43,7 chlore..	=Chlorure.
	+156,2 iode..	=Iodure.
Cuivre, 89,1......	+10 oxigène..	=Protoxide.
	+20.........	=Deutoxide.
	+20 soufre...	=Proto-sulfure.
	+43,7 chlore..	=Proto-chlorure.
	+87,4.......	=Deuto-chlorure.
	+156,2 iode..	=Iodure.
Tellure, 40,3....	+10 oxigène..	=Oxide.
	+43,7 chlore..	=Chlorure.
	+1,24 hydrog.	=Hydrogène telluré.
Nickel, 36,19.....	+10 oxigène..	=Protoxide.
	+15.........	=Peroxide.
	+43,7 chlore..	=Chlorure.
Plomb, 129,25....	+10 oxigène..	=Protoxide.
	+15.........	=Deutoxide.
	+20.........	=Tritoxide.
	+20 soufre....	=Proto-sulfure.
	+43,7 chlore..	=Chlorure.
	+156,2 iode..	=Iodure.
Mercure, 251,9...	+10 oxigène..	=Protoxide.
	+20.........	=Deutoxide.
	+20 soufre....	=Proto-sulfure.
	+40.........	=Deuto-sulfure.
	+156,2 iode..	=Proto-iodure.
	+312,4......	=Deuto-iodure.
	+43,7 chlore..	=Proto-chlorure.
	+87,4.......	=Deuto-chlorure.
Argent, 135......	+10 oxigène..	=Oxide.
	+20 soufre....	=Sulfure.
	+43,7 chlore..	=Chlorure.
	+156,2 iode..	=Iodure.
Palladium, 70,38..	+10 oxigène..	=Oxide.
	+20 soufre....	=Sulfure.
	+43,7 chlore..	=Chlorure.

Or, 271,2........	+10 oxigène..=Protoxide,
	+50.........=Deutoxide.
	+40 soufre...=Sulfure.
	+131,1 chlore.=Chlorure.
Platine, 121,8....	+10 oxigène...=Protoxide.
	+20.........=Deutoxide.
	+87,4 chlore..=Chlorure.
	+20 soufre....=Proto-sulfure.
	+40.........=Deuto-sulfure.
Rhodium, 150,01..	+10 oxigène..=Protoxide.
	+20.........=Deutoxide.
	+30..........=Tritoxide.
	+40 soufre...=Sulfure.
Iridium, 60.......	+20 soufre....=Sulfure.

Pour avoir la composition des sels ammoniacaux, il faut remplacer la quantité de base contenant 10 d'oxigène par 21,5 d'ammoniaque, nombre qui représente cet alcali.

Dans cette table, on a pris en général un poids de corps combustible tel que ce corps se combine avec 10 d'oxigène pour passer au premier degré d'oxidation; on s'est écarté de cette règle à l'égard du phosphore, du soufre, de l'iode, de l'arsenic, du molybdène, du chrôme et du tungstène. Pour chacun de ces derniers corps, on a tiré le nombre qui doit le représenter d'un poids de son acide (oxigéné) capable de neutraliser une quantité de base contenant 10 d'oxigène. On a rendu ainsi le tableau plus court et plus commode, puisqu'il suffit d'ajouter le nombre qui représente le poids d'un acide (écrit dans le tableau) au nombre qui représente le poids d'une base quelconque (écrite dans le tableau) pour avoir les proportions de tous les sels. Ainsi, par exemple, en ajoutant 50 d'acide sulfurique ou 40 d'acide sulfureux à 35,46 de chaux, on a le sulfate ou le sulfite de chaux.

M. Wollaston a disposé les nombres proportionnels sur une échelle qu'il appelle *échelle synoptique des équivalens*

chimiques, et qui, dans un cadre très-resserré, permet de reconnaître tout de suite, comme on va le voir, la composition des corps.

SECTION II.

Sur une Échelle synoptique des équivalens chimiques ou nombres proportionnels, par M. Wollaston.

2196. Nous ne croyons pouvoir mieux faire, pour donner une idée précise du travail de M. Wollaston, que de citer quelques passages de la traduction de son Mémoire par M. Descostils. (*Journal des Mines*, t. XXXVII, pag. 101.)

Lorsqu'un chimiste doit soumettre une substance saline à un examen analytique, les questions qui se présentent à résoudre sont si nombreuses et si variées, que rarement il sera disposé à entreprendre par lui-même la suite d'expériences nécessaires au genre de recherches qu'il aura entreprises, tant qu'il pourra se fier sur les travaux de ceux qui l'ont précédé dans la même carrière.

Si, par exemple, le sel soumis à l'analyse est le vitriol bleu ordinaire ou sulfate de cuivre cristallisé, les premières questions qui se présentent sont celles-ci : Combien contient-il d'acide sulfurique ? combien d'oxide de cuivre ? combien d'eau ? On peut ne pas être satisfait de ces premières données, et l'on peut désirer encore de connaître les quantités de soufre, de cuivre, d'oxigène, d'hydrogène. Pour arriver à cette détermination, il est naturel de considérer les quantités des divers réactifs qui peuvent être employés pour découvrir la proportion d'acide sulfurique, et de s'assurer combien il faut de baryte, de carbonate de baryte où de nitrate de baryte, ou combien on emploiera de plomb sous la forme de nitrate; et lorsque les précipités

de sulfate de baryte et de sulfate de plomb seront obtenus, il deviendra nécessaire de connaître aussi la proportion d'acide sulfurique sec qu'ils contiennent respectivement. On peut encore chercher à confirmer ces résultats en déterminant les quantités de potasse pure ou de carbonate de potasse nécessaires pour la précipitation du cuivre. On peut enfin faire usage, dans le même but, du zinc ou du fer; et il peut devenir utile alors de connaître les quantités de sulfate de zinc ou de sulfate de fer qui restent dans la dissolution.

Ces questions, et beaucoup d'autres du même genre, qu'il serait ennuyeux de spécifier et inutile d'énumérer, fatiguent l'esprit et prennent beaucoup de temps aux chimistes expérimentateurs, à moins qu'ils ne puissent avoir recours à quelques analyses antérieures auxquelles ils puissent se fier.

L'échelle que je vais décrire est destinée à résoudre, par la seule inspection, toutes ces questions par rapport à plusieurs des sels contenus dans la table, non-seulement en exprimant numériquement les proportions qui peuvent servir à obtenir par le calcul la solution desirée, mais en indiquant directement les poids précis des divers principes contenus dans un poids donné d'un sel que l'on examine, ainsi que les quantités des divers réactifs nécessaires pour son analyse et celles des précipités que chacun d'eux produirait. Pour former cette échelle, il faut d'abord déterminer les proportions dans lesquelles les différens corps connus de la chimie s'unissent entre eux, et exprimer ces proportions en de tels termes que la même substance soit toujours représentée par le même nombre.

C'est à Richter que nous devons ce mode d'expression; c'est encore lui qui a le premier observé la loi des proportions constantes sur lesquelles est fondée la possibilité

de ces représentations numériques, etc., etc. . . . . . .

. . . .

Suivant la théorie de M. Dalton, qui semble le mieux rendre raison des faits, la combinaison chimique à l'état de neutralisation provient de l'union d'un seul atome de chacune des substances combinées; et dans le cas où l'un des ingrédiens est en excès, alors deux ou plusieurs atomes de celui-ci sont unis à un atome seulement de l'autre substance.

D'après ces vues, lorsque nous estimons les poids relatifs des équivalens, M. Dalton conçoit que nous estimons les poids réunis d'un nombre donné d'atomes, et conséquemment la proportion qui existe entre les dernières molécules de chacun de ces corps. Mais, comme il est impossible en plusieurs circonstances (lorsque l'on ne connaît que deux combinaisons des mêmes substances) de savoir laquelle des combinaisons doit être considérée comme composée d'une paire d'atomes simples, et que la décision de cette question n'intéresse que la théorie, qu'elle n'est point du tout nécessaire à la formation d'une table destinée aux usages de la pratique, je n'ai point cherché à faire cadrer mes nombres avec la théorie atomistique; mais j'ai eu pour but de la rendre usuelle, et j'ai considéré la doctrine des multiples simples, sur laquelle est fondée la théorie atomistique, seulement comme un moyen de déterminer par la simple division celles des quantités qui sont sujettes à s'éloigner de la loi de Richter.

Voulant calculer, il y a quelque temps, pour mon usage particulier, une série d'atomes supposés, je pris l'oxigène comme unité décimale de mon échelle, afin de faciliter l'évaluation des nombreuses combinaisons qu'il forme avec les autres corps; mais, quoique, dans la présente table des équivalens, j'aie conservé la même unité, et que j'aie pris soin de rendre l'oxigène également saillant,

tant pour les raisons que je viens d'indiquer, que pour son influence sur les affinités des corps par les diverses proportions dans lesquelles il s'unit à eux, néanmoins la mesure réelle à l'aide de laquelle les corps sont comparés entre eux dans les expériences que j'ai faites, et qui m'ont servi à trouver les équivalens, est une quantité déterminée de carbonate de chaux : c'est un composé qui peut être considéré comme l'un des plus certainement neutres. Il est très-aisé de l'obtenir dans un état de pureté uniforme, très-aisé à analyser comme composé binaire. C'est la mesure la plus convenable du pouvoir des acides, et il fournit l'expression la plus nette pour la comparaison du pouvoir neutralisant des alcalis.

La première question à résoudre est donc celle du nombre par lequel on doit exprimer le poids relatif de l'acide carbonique, si l'oxigène est représenté par 10. Il semble bien prouvé qu'une quantité déterminée d'oxigène donne exactement un volume égal d'acide carbonique en s'unissant avec le carbone; et comme la pesanteur spécifique de ces gaz est comme 10 à 13,77, ou comme 20 est à 27,54, le poids du carbone peut être exactement représenté par 7,54, qui, dans cet exemple, combiné avec 20 d'oxigène, forme le deutoxide : l'oxide de carbone formant le protoxide sera représenté par 17,54.

L'acide carbonique étant donc indiqué par 27,54, il résulte de l'analyse du carbonate de chaux, qui, par la chaleur, perd 43,7 d'acide pour 100, et laisse 56,3 de base, que ces deux corps sont combinés dans la proportion de 27,54 à 35,46; et conséquemment que la chaux doit être représentée par 35,46, et le carbonate de chaux par 63.

Si nous continuons la série dans le but d'estimer la confiance que l'on doit avoir dans les précédentes analyses, nous pourrons dissoudre 63 de carbonate de chaux dans l'acide muriatique; et, en évaporant jusqu'à siccité parfaite,

nous obtiendrons environ 69,56 de muriate de chaux ; et, en déduisant le poids de la chaux 35,46, nous aurons pour différence 34,1, qui doit être considéré comme exprimant la quantité de l'acide muriatique sec.

Mais puisque nous savons maintenant, par la brillante découverte de M. H. Davy, que la chaux est un corps métallique uni à l'oxigène, ce sel peut aussi être considéré, sous un autre point de vue, comme un composé binaire, c'est-à-dire, un oxi-muriate de calcium. Dans ce cas, nous devons transporter le poids de 10 d'oxigène à l'acide muriatique, faisant en tout 44,1 d'acide oxi-muriatique combiné avec 25,46 de calcium ; ou enfin, si nous le regardons, avec ce même illustre chimiste, comme un chlorure de calcium, sa valeur dans l'échelle des équivalens sera toujours 69,56, et la portion de matière ajoutée ici au calcium, soit qu'elle retienne son dernier nom d'*acide oxi-muriatique*, soit qu'on lui restitue son ancienne dénomination d'*acide marin déphlogistiqué*, ou qu'on lui assigne définitivement celle de *chlore*, sera toujours exactement représentée par 44,1, nombre qui n'exprime qu'un fait sans relation à aucune théorie, et qui donne le moyen d'évaluer les proportions des composans dans toute combinaison muriatique, sans qu'il soit nécessaire d'entrer dans aucune discussion sur leur nature simple ou composée, question qui n'est encore résolue par aucun argument concluant.

Nous pouvons, par le même moyen, assigner aux muriates de potasse et de soude leur place dans l'échelle des équivalens, et les poids relatifs de potasse et de soude purs peuvent être déterminés, peut-être, avec plus d'exactitude par le moyen de ces composés que par aucun autre, par la raison qu'ils ne sont pas susceptibles d'un excès d'acidité, et qu'ils ne sont pas décomposés par la chaleur.

Si à une quantité d'acide muriatique, que je sais, par

une expérience préliminaire, être capable de dissoudre 100 parties de carbonate de chaux, j'ajoute 100 grains de carbonate de potasse cristallisé, et qu'après l'addition je trouve qu'il ne dissout plus que 49,8 de carbonate de chaux, j'infère de là que 100 de ce carbonate équivalent à 50,2 de carbonate de chaux, et conséquemment que 125,5 sont l'équivalent de 63 dans la table.

Ensuite, si je combine 125,5 de carbonate de potasse cristallisé avec un excès d'acide muriatique, et que j'évapore à siccité, je chasserai toute l'eau avec l'excès d'acide, et je trouverai 93,2 de sel neutre. Soit que je l'appelle *muriate de potasse*, *chlorure de potassium*, ou de tout autre nom, dans une vue quelconque, j'en puis soustraire 34,1 pour l'acide sec (réel ou imaginaire), et j'en conclus que la valeur de la potasse sera 59,1, qui contiendra seulement 49,1 de potassium, qui exige, pour se convertir en potasse, 10 d'oxigène.

La question qui se présente ensuite est relative à la composition du carbonate de potasse cristallisé, que j'ai proposé d'appeler *bi-carbonate de potasse*, pour indiquer d'une manière plus précise la différence qui existe entre ce sel et celui que l'on appelle communément *sous-carbonate*, et pour rappeler en même temps la double dose d'acide carbonique qui y est contenu. Il devient nécessaire, même quand on le compare au carbonate de chaux, de le considérer comme un sur-carbonate; car, si nous ajoutons une solution de ce sel à une dissolution neutre de muriate de chaux, il se produit une effervescence considérable provenant de l'acide carbonique qui excède la quantité nécessaire pour la saturation de la chaux. Si on sature 125,5 de ce sel avec l'acide nitrique, en prenant les précautions convenables pour ne laisser perdre aucune portion du liquide avec le gaz qui se dégage, la perte est d'environ 55 d'acide carbonique, ce qui est le double

de 27,5. Mais si, avant la saturation, on a chauffé le sel à une chaleur rouge faible, il perd 38,8, savoir, 27,5 d'acide carbonique et 11,3 d'eau; après quoi l'addition d'un acide chasse seulement 27,5, ou une proportion simple d'acide carbonique.

Dans cette expérience j'ai fait usage d'acide nitrique, afin que le résultat pût me guider dans le choix à faire entre les évaluations antérieures, qui sont extrêmement discordantes par rapport à l'équivalent de cet acide. La proportion de nitrate de potasse que j'ai obtenue en évaporant une dissolution par la chaleur, au point seulement nécessaire pour fondre le résidu, donne au minimum, en trois expériences, 126 pour l'équivalent du nitrate de potasse, duquel, si nous déduisons 59,1 de potasse, il restera 66,9 pour l'équivalent apparent de l'acide nitrique sec; conséquemment je ne balance en aucune manière à préférer l'évaluation résultante de l'analyse du nitrate de potasse par Richter, qui donne 67,45 : en en soustrayant une portion d'azote, il reste 49,91, quantité si voisine de 5 parties d'oxigène, que je crois devoir admettre les quantités suivantes : 17,54+50 ou 67,54.

Par cette esquisse de la méthode à employer pour de pareilles recherches, quand il est nécessaire de faire quelques expériences originales, l'on comprendra pleinement ce que l'on doit entendre par *équivalens*, et de quelle manière la série peut être continuée, etc., etc. . . . .

. . . .

. . . .

Afin d'indiquer plus clairement l'usage de l'échelle, la planche présente deux situations différentes du *curseur*. Dans l'une l'oxigène est 10, et les autres corps sont, par rapport à lui, dans la proportion convenable; de sorte que, par exemple, l'acide carbonique étant 27,54, et la chaux 35,46, le carbonate de chaux correspond à 63.

Dans la seconde figure, le curseur est représenté tiré par le haut, jusqu'à ce que le nombre 100 corresponde au muriate de soude, et l'échelle indique alors combien il faut de chacune des autres substances pour correspondre à 100 de sel marin. Aux divisions de l'échelle correspondent les noms des différens corps (pl. VII, fig. 1 et 2). (*Voyez*, pour plus de détails, la traduction du Mémoire de M. Wollaston par M. Descotils, et l'échelle qui l'accompagne, *Journal des Mines*, t. XXXVII, pag. 101.)

SECTION III.

Système ou théorie atomistique, théorie corpusculaire.

La théorie des atomes, dont nous avons déjà parlé dans le 1er volume, a été examinée avec un soin tout particulier par M. Berzelius, dans son Essai sur les proportions chimiques. Pour compléter les notions que nous nous proposons d'en donner, nous citerons d'abord quelques passages de cet essai, après quoi nous présenterons quelques observations sur le fond du sujet. Ce que nous dirons sera loin toutefois de pouvoir dispenser nos lecteurs de consulter l'ouvrage même : ce n'est qu'en le lisant qu'il est possible d'apprécier les vues de l'auteur et les nombreuses applications qu'il a faites de cette théorie encore toute nouvelle et digne de méditations (*a*).

« L'idée d'atomes repousse celle d'une pénétration mutuelle » des corps. L'union des corps consiste dans la juxta-position des atomes, laquelle dépend d'une force qui, entre des » atomes hétérogènes, produit la combinaison chimique, et, » entre les atomes homogènes, la cohésion mécanique. Lorsque des atomes de deux corps différens sont combinés, il en » résulte un atome composé, où nous supposons que la force

(*a*) Cet essai a été traduit du suédois en français, sous les yeux de l'auteur, et publié par lui-même. La traduction se trouve chez Méquignon-Marvis, libraire, rue de l'Ecole-de-Médecine.

» qui produit la combinaison surpasse infiniment l'effet de
» toutes les circonstances qui peuvent tendre à séparer mécani-
» quement les atomes unis. Cet atome composé doit être con-
» sidéré comme aussi indivisible, mécaniquement, que l'atome
» élémentaire.

» Ces atomes composés peuvent s'unir avec d'autres atomes
» composés, d'où résulte des atomes plus composés. Ceux-ci
» peuvent s'unir eux-mêmes avec d'autres, et produisent alors
» des atomes d'une composition encore plus compliquée. Il est
» essentiel de distinguer ces divers atomes. Nous les diviserons
» en atomes du premier, du second, du troisième ordre, etc.
» Ceux du premier ordre sont composés d'atomes simples élé-
» mentaires ; ils sont de deux espèces, *organiques* et *inorgani-*
» *ques*. Les atomes inorganiques ne contiennent jamais que
» deux élémens ; les autres en contiennent toujours au moins
» trois. Les atomes composés, du second ordre, naissent des
» atomes composés, du premier ordre ; les atomes du troisième,
» de ceux du second, etc. Par exemple, l'acide sulfurique, la
» potasse, l'alumine et l'eau, sont tous des *atomes composés*,
» *du premier ordre*, parce qu'ils ne contiennent que de l'oxi-
» gène et le radical de l'oxide ou de l'acide ; le sulfate de po-
» tasse et le sulfate d'alumine sont des *atomes composés*, *du se-*
» *cond ordre ;* l'alun sec, qui est une combinaison de ces deux
» derniers sels, offre un exemple d'un atome du *troisième or-*
» *dre ;* et enfin, l'alun cristallisé, contenant plusieurs atomes
» d'eau combinés avec un atome de sulfate double, peut être
» cité comme un exemple d'*atomes composés*, *du quatrième*
» *ordre*. On ne sait pas encore jusqu'à quel nombre les ordres
» peuvent s'élever. L'affinité entre les atomes composés décroît
» d'une manière bien rapide, à mesure que le nombre des or-
» dres augmente, et le degré d'affinité qui existe encore dans les
» atomes du troisième ordre est le plus souvent trop faible pour
» pouvoir être aperçu dans les opérations promptes et troublées
» de nos laboratoires. Cette affinité ne se manifeste pour l'ordi-
» naire que dans les combinaisons qui se sont formées pendant
» que le globe passait lentement et tranquillement à l'état solide,

» c'est-à-dire dans les minéraux. Pour bien connaître leur na-» ture, il serait important de savoir jusqu'où peut aller la com-» binaison des atomes composés, et quel est le dernier ordre. » Quant aux atomes composés organiques, on ignore égale-» ment en combien d'ordres différens ils peuvent se combiner, » soit entre eux, soit avec des atomes composés inorganiques.

» *Des Proportions chimiques dans la nature inorganique.* » Quand même il serait suffisamment prouvé que les corps, » conformément à ce que nous venons de dire, sont composés » d'atomes indivisibles, il ne s'ensuivrait pas que les phéno-» mènes résultant des proportions chimiques, surtout ceux que » nous avons observés dans la nature inorganique, dussent » nécessairement avoir lieu. L'existence de certaines lois qui » régleraient les combinaisons des atomes et qui leur assigne-» raient certaines limites serait encore nécessaire; car il est évi-» dent que si un nombre indéterminé d'atomes d'un élément » pouvait se combiner avec un nombre également indéterminé » d'atomes d'un autre élément, il y aurait un nombre infini de » combinaisons entre lesquelles la différence de la quantité » relative des principes constituans serait le plus souvent trop » petite pour être appréciable, même dans nos expériences les » plus exactes. C'est donc principalement de ces lois que dépen-» dent les proportions chimiques.

» Lorsque, comparant les résultats des expériences faites au » sujet de ces proportions, je cherchai à en connaître les lois, je » crus d'abord en trouver deux principales : l'une réglant les » combinaisons des atomes élémentaires, et l'autre celle des » atomes composés. La première de ces lois me parut être que, » dans la combinaison des atomes de deux élémens, *un seul* » *atome* de l'un se combine avec un ou plusieurs atomes de » l'autre pour produire un atome composé du premier ordre. » Le nombre des cas où ce phénomène a lieu surpasse telle-» ment celui des cas contraires, que j'attribuai d'abord ces » derniers à ce que nous ne connaissons qu'imparfaitement les » poids relatifs des atomes; mais une plus grande expérience, » quoique trop peu étendue encore pour décider la question,

» m'a cependant paru indiquer que les atomes élémentaires de » la nature inorganique peuvent se combiner dans d'autres » rapports, bien que cela n'ait lieu que rarement.

» Nous allons parcourir maintenant les modes probables de » *combinaisons des atomes élémentaires*, en prenant toujours » l'expérience pour guide.

» 1°. *Un atome d'un élément se combine avec un, deux,* » *trois, etc., atomes d'un autre élément.* C'est ce qui arrive le » plus généralement, en sorte que dans la plupart des atomes » composés, l'un des élémens n'y entre que pour un seul » atome. Nous ne savons pas encore quel est le plus grand » nombre d'atomes d'un élément avec lequel un atome d'un » autre élément peut se combiner. On serait tenté de croire » qu'il ne va pas au-delà de douze, parce qu'une sphère ne » peut être mise en contact qu'avec douze autres sphères de la » même grandeur; mais il y a bien peu de combinaisons inor- » ganiques qui aillent jusque là, quoiqu'il en existe où ce » nombre est infiniment surpassé, comme dans les sous-car- » bures de fer et de plusieurs autres métaux.

» 2°. *Deux atomes d'un élément se combinent avec trois* » *atomes d'un autre élément.* Cette combinaison peut avoir » lieu dans tous les cas où, par exemple, la quantité d'oxigène » absorbé par un radical, dans deux degrés voisins d'oxida- » tion, est dans le rapport de 1 à $1\frac{1}{2}$, comme dans le soufre et » le fer. Si le premier oxide est composé d'un atome de radical, » combiné avec un atome d'oxigène, le second doit contenir » deux atomes de l'un sur trois atomes de l'autre. Cependant, » les chimistes qui ont tâché de déterminer le nombre d'atomes » élémentaires dans les oxides, donnent une autre explication » de ce phénomène, en jugeant probable que le fer ainsi » que le soufre ont un degré inférieur d'oxidation inconnu, » lequel est composé d'un atome de chaque élément; d'où il » résulte que, dans les degrés en question, un atome de radical » doit être combiné avec deux et trois atomes d'oxigène.

» Nous avons d'abord connu les combinaisons qui ont lieu » le plus fréquemment. Rien ne prouve que ce soit celles où les

» molécules des différens élémens se combinent à nombre égal.
» Nous avons, au contraire, trouvé dans des corps où le rap-
» port de 1 à 1 ½ existe, des degrés de combinaisons au-dessus
» et au-dessous, ce qui fait présumer qu'ils sont composés d'un
» atome de radical et de deux ou trois atomes d'oxigène. Cette
» conjecture acquiert encore plus de probabilité par l'examen
» des combinaisons que forment avec d'autres corps les oxides
» à trois atomes d'oxigène, comme, par exemple, l'acide sulfu-
» rique ou l'oxide rouge de fer, combinaisons qui deviendraient
» plus compliquées si le nombre des atomes du radical était
» double. D'autre part, rien n'exclut la possibilité d'un atome
» composé, du premier ordre, dans lequel deux molécules
» d'un élément seraient combinées avec trois d'un autre. Mais
» on n'en aura pas la preuve jusqu'à ce que la chimie ait pu dé-
» terminer les limites de la capacité de combinaison de chaque
» corps élémentaire; et si, en attendant, l'on commettait l'er-
» reur de ranger un pareil atome parmi ceux qui ne contien-
» nent qu'une molécule de chaque élément, il n'en résulterait
» aucun inconvénient.

» Parmi les atomes composés, du second ordre, le rapport
» de deux atomes d'un élément combinés avec trois d'un
» autre, paraît d'une manière plus marquée, bien qu'il soit
» assez rare. C'est ainsi que l'hydrate d'oxide rouge de fer est
» composé de deux atomes de l'oxide combinés avec trois
» atomes d'eau; que le sous-sulfate de cuivre contient deux
» atomes d'acide sur trois atomes de base, comme nous le
» verrons dans la suite. Si ce n'était pas là leur vrai rapport,
» il faudrait supposer six atomes d'oxigène dans l'oxide de
» fer, et le même nombre dans l'acide sulfurique; mais,
» tant que de nouvelles circonstances n'en montreront pas la
» probabilité, il y aura lieu de croire que leur rapport est de 2 à 3.

» Il n'y a aucune raison de présumer que deux atomes d'un
» élément puissent se combiner avec quatre, cinq, six ou un
» plus grand nombre d'atomes d'un autre élément : au-
» cune circonstance n'a indiqué, jusqu'à présent, de pareilles
» combinaisons.

» Il y a, au contraire, parmi les produits variés du règne » minéral, des combinaisons un peu différentes de celles que » nous pouvons obtenir dans nos laboratoires; et, parmi les » silicates, il s'en trouve beaucoup où trois atomes com- » posés, du premier ordre, sont unis à quatre atomes composés, » du même ordre, comme, par exemple, dans le laumonite, » l'amphigène, etc., ainsi que je le ferai voir parmi les exem- » ples de doubles silicates, dans la table de la composition » des corps inorganiques. Parmi les produits artificiels de » la chimie que j'ai eu occasion d'examiner, et à l'égard des- » quels je n'ai sujet de soupçonner aucune faute d'observa- » tion de ma part, je n'ai trouvé qu'un sel, avec excès de base, « de baryte et d'acide phosphorique, ainsi que deux sels, » l'un avec excès d'acide et l'autre avec excès de base, d'acide » phosporique et de chaux, qui paraissent être de la même » nature. Il reste encore à examiner si d'autres proportions, » inconnues jusqu'à présent, peuvent également avoir lieu : » elles dépendront, dans ce cas, d'affinités si faibles que nous » ne pouvons guère les observer dans les opérations de nos la- » boratoires, où l'emploi de plus grandes forces détruit leurs » effets.

» Mais, plus nous étendons la possibilité de ces combinai- » sons, et plus leur produit s'écarte de ce que l'expérience nous » a appris jusqu'ici par rapport aux proportions chimiques » de la nature inorganique; ce qui combat la probabilité qu'il » existe de semblables combinaisons.

» Il suit de là que les proportions dans lesquelles les atomes » simples se combinent dans la nature inorganique sont » très-limitées, et que la proportion que nous trouvons le plus » généralement dans nos expériences de laboratoire, est celle » d'un atome d'un élément uni avec un ou plusieurs atomes d'un » autre; en sorte que, dans la plupart des combinaisons, l'un » des élémens peut être représenté par l'unité. Après cela, la » proportion la plus commune est celle de deux atomes d'un » élément combiné avec trois atomes d'un autre élément; » et dans les combinaisons que présente le règne minéral,

» formées par des affinités très-faibles qui ont agi avec lenteur
» et en repos, l'on rencontre quelquefois, dans les atomes
» composés, du troisième et du quatrième ordre, trois atomes
» d'un corps unis avec quatre atomes d'un autre. Voilà les
» seuls modes de combinaisons qui nous soient encore
» connus.

» Ce que je viens de dire concerne principalement les atomes
» élémentaires. *La combinaison des atomes composés* suit
» une autre loi, qui la restreint dans des limites encore plus
» étroites. J'observai cette loi dans mes premières expériences
» sur les proportions chimiques, et comme ensuite, dans le
» cours de plusieurs années de travaux, je n'y avais trouvé
» aucune exception, je la crus générale. J'avais remarqué que,
» dans la combinaison de deux corps oxidés, le rapport
» entre eux est toujours tel, que l'oxigène de l'un est un mul-
» tiple par un, deux, trois, etc., c'est-à-dire, par un nombre
» entier de l'oxigène de l'autre. Si la combinaison a lieu entre
» deux sulfures, le soufre de l'un est également un multiple
» par un nombre entier du soufre de l'autre. J'en conclus que
» les combinaisons entre deux corps composés, auxquels l'élé-
» ment électro-négatif est commun, se font toujours dans un
» rapport tel, que l'élément électro-négatif de l'un est un mul-
» tiple par un nombre entier de celui de l'autre.

» Mais, bien que cette loi régisse le plus grand nombre des
» combinaisons d'atomes composés parmi les corps oxidés,
» on trouve quelques exceptions, qui toutefois ne se montrent
» pas accidentellement çà et là dans les oxides en général,
» mais se bornent à certains acides qui ont tous cela de com-
» mun, que le radical donne deux acides, dans lesquels les
» différentes quantités d'oxigène sont entre elles dans le rap-
» port de trois à cinq : ce sont les acides de phosphore, d'ar-
» senic et d'azote, si l'on considère ce dernier comme une
» substance simple. Mais il y a, même pour ces acides, une
» loi qui règle leur combinaison avec d'autres oxides, de telle
» sorte que le nombre des atomes d'oxigène dans l'oxide est
» d'un ou de plusieurs cinquièmes, et plus rarement d'un

» ou plusieurs dixièmes (c'est-à-dire, un cinquième, un cinquième et demi ou trois dixièmes, deux cinquièmes et trois cinquièmes) du nombre des atomes d'oxigène dans les acides en *ique*, et d'un ou deux tiers de ce nombre dans les acides en *eux*. Si donc la loi qui assigne des limites aux combinaisons des atomes de ces acides avec les autres oxides ne paraît pas, pour le moment, être la même que celle qui règle les combinaisons de tous les autres corps oxidés, c'est qu'elle est particulière à ces acides (*a*).

» En vertu de la loi générale, un oxide neutralisé par un acide rompt cette neutralité, s'il trouve à se combiner encore avec un ou plusieurs autres atomes d'oxigène. Il se forme alors deux combinaisons de différens degrés de saturation, toutes deux composées de telle manière que l'oxigène de l'acide est un multiple ou un sous-multiple par un nombre entier de celui de l'oxide. Si l'acide est un de ceux qui font exception à la règle générale, on aura le même phénomène; mais les deux combinaisons nouvelles se formeront d'après la loi particulière à ces acides.

» L'expérience que nous avons acquise jusqu'ici paraît donc établir que *des atomes composés, du premier ordre, auxquels l'élément électro-négatif est commun, se combinent toujours dans des proportions telles, que le nombre des atomes de l'élément électro-négatif de l'un est un multiple par un nombre entier de ce même nombre dans l'autre;* c'est-à-dire que, par exemple, dans les combinaisons des corps oxidés, le nombre des atomes de l'oxigène de l'un des oxides est un multiple par un nombre entier de celui des atomes d'oxigène de l'autre, et que, dans les combinaisons des sulfures, le

(*a*) C'est une circonstance assez remarquable que, si l'on suppose que le radical de ces acides contient le cinquième de l'oxigène qu'il en faut pour produire l'acide en *ique*, la plupart des anomalies disparaissent, et ces trois substances obéissent aux mêmes lois que toutes les autres. Cependant, comme l'expérience ne l'a point démontré, il faut se tenir aux faits connus, et d'ailleurs, cette supposition ne réduit point tous les cas anomaux à une conformité complète avec les lois générales.

» nombre des atomes de soufre dans l'un est également un mul-
» tiple du nombre des atomes de soufre dans l'autre. Nous ne
» connaissons jusqu'ici aucune autre exception à cette règle
» que celle des acides de phosphore, d'azote et d'arsenic;
» mais ils sont soumis, comme nous venons de le dire, à une
» autre loi également fixe.

» Les rapports dans lesquels se combinent les atomes com-
» posés, du second et du troisième ordre, ne sont pas encore
» bien connus. Ces combinaisons ne sont point nombreuses.
» Jusqu'ici peu d'entre elles ont été examinées, et nous ne
» connaissons que celles formées par des corps oxidés. Je ci-
» terai pour preuves les suivantes :

» 1°. Dans une combinaison de deux atomes du second
» ordre auxquels l'élément électro-négatif est commun,
» comme, par exemple, lorsque deux sels du même acide,
» mais à différentes bases, se combinent, le nombre des
» atomes d'oxigène dans l'une des bases est un multiple par
» un nombre entier du même nombre dans l'autre, et, par
» conséquent, l'acide dans l'un des sels est un multiple par
» un nombre entier de l'acide dans l'autre. Dans l'alun et
» dans le feldspath, le nombre des atomes d'oxigène de l'alu-
» mine est le triple de celui des atomes d'oxigène de la potasse;
» et de même, la quantité d'acide sulfurique et de silice com-
» binée avec l'alumine est le triple de celle qui est combinée
» avec la potasse. Dans le tartrate double de potasse et de
» soude, les deux alcalis contiennent le même nombre d'a-
» tomes d'oxigène, et sont, par conséquent, combinés avec
» le même nombre d'atomes d'acide tartrique.

» 2°. Dans des combinaisons d'atomes composés, du second
» ordre, où l'élément électro-positif est commun, par exem-
» ple, dans les combinaisons de deux sels de même base avec
» des acides différens, le nombre des atomes d'oxigène dans
» la partie du corps électro-positif, c'est-à-dire, de la base
» qui est combinée avec l'un des acides, est un multiple par
» un nombre entier du même nombre dans l'autre portion
» de la base qui est combinée avec l'autre acide, ou bien le

» nombre des atomes d'oxigène dans l'un des atomes com-
» posés, du second ordre (c'est-à-dire, l'oxigène de l'acide
» ajouté à celui de la base dans l'un des deux sels combinés),
» est un multiple par un nombre entier du nombre des atomes
» d'oxigène dans l'autre. Cette espèce de combinaison est assez
» rare; nous en avons cependant des exemples dans le datho-
» tile, qui est une combinaison de borate et de silicate de
» chaux; cette dernière est également partagée entre l'acide
» boracique et la silice. Dans le cuivre carbonaté bleu et dans
» la *magnesia alba* des pharmaciens, la base est partagée
» entre l'acide carbonique et l'eau, de telle manière que dans
» la première de ces combinaisons, l'acide en prend deux fois,
» et dans la seconde, trois fois autant que l'eau. Dans la to-
» paze, combinaison de sous-fluate d'alumine avec un silicate
» de la même base, l'oxigène du sous-fluate (y compris l'oxi-
» gène supposé dans l'acide) est la moitié de celui du si-
» licate.

» Dans tous les exemples de combinaisons d'atomes com-
» posés, du second et du troisième ordre, que nous connaissons
» jusqu'ici, et nous ne connaissons guère que celles formées
» par des corps oxidés, on trouve que l'oxigène dans l'un des
» oxides, c'est-à-dire, dans l'un des atomes composés, du
» premier ordre, est un sous-multiple par un nombre entier
» de l'oxigène de chacun des autres oxides.

» Nous ignorons quel changement la présence de l'un des
» acides anomaux pourrait produire dans ce phénomène ob-
» servé; mais il est aisé à prévoir, d'après ce que nous avons
» dit sur la loi qui règle les combinaisons de ces acides.

» Nous venons de parcourir les lois découvertes jusqu'ici,
» suivant lesquelles les combinaisons des atomes, tant simples
» que composés, sont limitées dans la nature inorganique, et
» c'est dans la connaissance de ces lois que consiste la théorie
» des proportions chimiques. Pour découvrir s'il y a d'autres
» modifications de ces lois que celles que nous venons de rap-
» porter, il nous faut une expérience plus étendue que celle
» que nous possédons.

» Nous ignorons la cause des limites assignées aux combi-
» naisons des atomes entre eux, et nous ne pouvons même
» former à ce sujet aucune conjecture admissible. Peut-être,
» à l'avenir, cette matière sera-t-elle éclaircie par l'étude de
» la forme géométrique des atomes composés ».

Des Proportions chimiques dans la nature organique. « Les
» lois qui limitent les combinaisons des atomes élémentaires
» dans la nature organique, diffèrent beaucoup de celles que
» nous venons d'examiner, et permettent une telle multiplicité
» dans les combinaisons, qu'on peut dire qu'il n'y existe aucune
» proportion déterminée. Le seul phénomène analogue à ces
» lois que l'on peut y découvrir, c'est que les substances qui
» ont entièrement les mêmes propriétés, ont aussi la même
» composition. Dans la nature organique, les degrés de com-
» binaison sont presqu'à l'infini, et n'ont aucune analogie
» avec ceux qu'offre la nature inorganique.

» En étudiant les proportions chimiques dans la nature or-
» ganique, nous sommes conduits aux observations suivantes:

» 1°. Dans les combinaisons organiques, il se présente d'a-
» bord une circonstance très-extraordinaire : c'est que, parmi
» le grand nombre de substances que nous avons sujet de
» croire simples, il n'y en a que très-peu qui obéissent aux lois
» de la nature organique, et qui puissent se combiner suivant
» le principe qui y règne : c'est l'oxigène, l'hydrogène, le
» carbone, l'azote (ou son radical supposé le nitricum), et,
» dans des quantités qui sont infiniment petites, le soufre, le
» phosphore, le fer et d'autres encore; mais la plupart des
» élémens semblent être à jamais exclus de la nature orga-
» nique. Nous en ignorons la cause, et il sera peut-être bien
» difficile de la découvrir.

» 2°. Il faut la combinaison de trois au plus de ces élémens
» pour produire des atomes composés organiques; et l'on n'a
» jusqu'ici trouvé aucune loi qui limite leurs combinaisons à
» certains nombres proportionnels d'atomes de chaque élé-
» ment. C'est à cette circonstance qu'est dû le nombre pres-
» qu'infini de différentes combinaisons de ces trois ou quatre

» élémens, à la faveur duquel il se forme des corps composés
» qui passent, par degrés, d'un caractère principal à l'autre.

» On peut donc admettre comme le principe fondamental
» de la formation organique, *que les atomes composés, du*
» *premier ordre, contiennent au moins trois élémens (l'oxi-*
» *gène, l'hydrogène et le carbone), et que leurs atomes*
» *peuvent se combiner dans toutes les proportions, sans que*
» *l'un d'eux y joue nécessairement le rôle de l'unité;* circon-
» stance qui caractérise le plus grand nombre des substances
» inorganiques (*a*).

» La détermination du nombre relatif des atomes de chaque
» combinaison a ses difficultés, qui s'opposent à ce que les ré-
» sultats de nos efforts pour y parvenir soient entièrement cer-
» tains; et, tant que nous ne pourrons pas déterminer ce que
» chaque corps, à la température où il se volatilise, pèse à l'é-
» tat de gaz, comparé avec un égal volume, par exemple,
» d'oxigène, il nous sera impossible d'obtenir un moyen di-
» rect de faire cette appréciation (*b*). Nous devons donc nous
» contenter de voies indirectes, dont la comparaison donne du
» moins au résultat un certain degré de probabilité.

» Ceux qui, les premiers, voulurent déterminer le nombre
» relatif des atomes, supposèrent qu'ils se combinent de pré-
» férence un à un, et comparèrent leurs poids à celui de l'hy-
» drogène pris pour unité; mais si l'on embrasse d'un coup-
» d'œil plus étendu l'ensemble des combinaisons analysées,

(*a*) Plusieurs chimistes, au lieu d'admettre cette composition dans les matières organiques, supposent qu'elles résultent des combinaisons inorganiques binaires que peuvent produire leurs élémens, ou de quelques-unes de ces combinaisons, plus un certain nombre de volumes d'hydrogène, ou d'oxigène, ou de vapeur de carbone. Ce qu'il y a de certain, c'est que plusieurs de ces matières peuvent être représentées de cette manière : tels sont, par exemple, 1°. l'éther sulfurique, l'alcool, etc., qui peuvent être regardés comme formés, le premier, de 2 volumes de gaz hydrogène carboné et de 1 volume de vapeur d'eau; le second, de 2 volumes de gaz hydrogène carboné et de 2 volumes de vapeur d'eau.

(*b*) Sous des volumes égaux, les corps gazeux doivent contenir le même nombre d'atomes.

» l'on trouve que beaucoup de corps composés, surtout parmi
» les oxides, contiennent plus de deux atomes, et qu'alors
» l'élément électro-négatif entre ordinairement pour plus
» d'un dans la combinaison : on peut citer pour exemple
» la soude, l'oxide de plomb, l'acide carbonique, l'acide
» sulfurique, etc. Cela est encore plus facile à reconnaître
» dans la combinaison des atomes composés; par exemple, dans
» les sels où communément plusieurs atomes de l'oxide électro-
» négatif se trouvent réunis à un seul atome de l'oxide électro-
» positif. Mais, d'autre part, nous avons aussi tout sujet de
» croire que les atomes ne sont unis qu'un à un dans les corps qui
» ne manifestent que de faibles affinités, tels que le gaz oxide de
» carbone, les oxidules de cuivre, de mercure, d'or, etc.;
» en sorte que l'on pourrait bien présumer que tous les corps
» composés d'un atome de radical et d'un atome d'oxigène
» ont, d'une manière plus ou moins prononcée, le caractère
» de sub-oxides. D'ailleurs, il paraît maintenant certain que
» les atomes des plus forts acides et des plus fortes bases con-
» tiennent plus d'un atome d'oxigène. Le nombre des atomes
» simples dans un atome composé devant nécessairement in-
» fluer sur la forme de l'atome composé, et par conséquent
» sur ses propriétés, il est permis de croire que des oxides qui
» contiennent le même nombre d'atomes d'oxigène ont au
» moins de commun quelques propriétés générales qui les dis-
» tinguent d'avec ceux qui en ont plus ou moins, et à l'aide
» desquelles, au défaut de toute autre donnée, on peut établir
» ses conjectures avec quelque probabilité. Ainsi, par exemple,
» lorsque nous avons sujet de présumer que les oxides qui ne
» contiennent qu'un atome d'oxigène sont ceux qui ont les plus
» faibles affinités, il se présente toute une série de bases sali-
» fiables plus prononcées, dans lesquelles le nombre des par-
» ticules d'oxigène, comme nous le verrons plus bas, doit être
» deux fois plus grand que dans les précédentes : elles ont les
» plus fortes affinités, et il est probable, pour cette raison, que
» toutes les plus fortes bases contiennent deux atomes d'oxigène.
» Celles qui en contiennent trois sont au contraire plus faibles,

» et beaucoup d'entre elles peuvent même être électro-négatives à l'égard de quelques oxides électro-positifs. Cette conjecture est d'autant plus probable, que le même radical a quelquefois des oxides qui présentent ces différences de composition et de caractère. Il paraît que les acides contiennent de préférence trois atomes d'oxigène, et c'est le cas du plus grand nombre de ces corps; quelques-uns en contiennent 2, 4, 5, 6 et 8, comme nous en verrons la preuve dans l'examen particulier de chaque acide.

» La comparaison des poids des atomes avec ceux de l'hydrogène n'offre aucun avantage, mais présente beaucoup d'inconvéniens, d'autant plus que l'hydrogène est un corps très-léger, et ne se trouve que rarement dans les combinaisons inorganiques. L'oxigène, au contraire, réunit tous les avantages; il est, pour ainsi dire, un point central autour duquel se meut toute la chimie. Il entre dans toutes les compositions organiques et dans la plupart des inorganiques. Comme la partie la plus considérable de la chimie inorganique se compose des corps oxidés, je cherchai, dès le commencement de mes expériences sur les proportions chimiques, à employer l'oxigène comme une mesure générale, et cette idée a été justifiée par l'usage universel que l'on fait maintenant de l'oxigène pour le même objet, en prenant le poids de son atome pour 1,000, de même que, pour comparer la pesanteur spécifique des corps solides ou liquides, nous la calculons d'après celle de l'eau prise pour unité.

» Les nombres relatifs des atomes du radical et de l'oxigène, dans les oxides, peuvent être déterminés des différentes manières suivantes.

» 1°. Si un radical combustible peut se combiner avec l'oxigène en plusieurs proportions, on cherche ces proportions, on les compare, et l'on réduit le résultat de cet examen au plus simple nombre d'atomes possible. Il est alors probable que ces nombres indiquent la quantité des atomes de l'oxigène dans chacun des différens degrés d'oxidation. Par exemple, l'antimoine en a trois, dans lesquels les quantités relatives

» d'oxigène sont comme 3, 4 et 5; et nous en concluons que
» ces oxides contiennent par atome de radical 3, 4, et 5
» atomes d'oxigène. Le soufre se combine avec l'oxigène
» en deux rapports, qui sont comme 2 à 3; et comme, en
» outre, dans d'autres combinaisons, le soufre peut être uni
» avec une quantité d'oxigène égale au $\frac{1}{3}$ de son plus haut
» degré d'oxidation, il faut en conclure que le nombre des
» atomes de l'oxigène dans les divers degrés d'oxidation du
» soufre, est 1, 2 et 3. Dans ces calculs, nous pouvons errer
» de deux manières; d'abord, si un oxide est composé
» de deux atomes de radical et d'un atome d'oxigène, et que
» nous le considérions comme composé d'un atome de chaque
» espèce; et, en second lieu, si un oxide que nous croyons
» composé d'un atome de radical et de trois atomes d'oxi-
» gène, contient deux atomes de radical. Il n'est pas possible
» de décider si nous commettons ou non ces fautes; mais
» cela ne nous empêche pas de tirer une grande utilité d'une
» de ces suppositions pour le calcul de la composition des
» corps, pourvu que nous ayons soin de la suivre conséquem-
» ment d'un bout à l'autre. On ne doit cependant pas se con-
» tenter de savoir que l'erreur n'est pas nuisible, il faut encore
» y reporter constamment l'attention, pour saisir toutes les
» circonstances qui peuvent donner des lumières plus positives
» sur le véritable état des choses.

» 2°. Il faut comparer les degrés de sulfuration des corps avec
» leurs degrés d'oxidation, qui ne se correspondent pas tou-
» jours. On sait que l'arsenic, par exemple, peut se combiner
» en deux proportions avec l'oxigène et avec le soufre. L'oxigène,
» dans ses deux oxides, est comme 3 à 5; mais le soufre,
» dans ses sulfures, est comme 2 à 3 : ainsi l'oxide à trois
» atomes d'oxigène correspond parfaitement au plus haut sul-
» fure, qui contient trois atomes de soufre. On peut en con-
» clure que le nombre des atomes de soufre et d'oxigène,
» dans ces compositions, est 2, 3 et 5. Dans les divers sul-
» fures d'étain, le soufre y est comme 2, 3 et 4; mais l'oxi-
» gène, dans les oxides, est comme 2 est à 4, et par consé-

» quent dans la même proportion que le premier et le der-
» nier des sulfures, d'ou l'on doit inférer que les atomes d'oxi-
» gène, dans les oxides d'étain, sont comme 2 à 4.

» 3°. Lorsque des oxides électro-négatifs se combinent avec
» des électro-positifs, l'oxigène du premier est, dans les
» combinaisons neutres, un multiple par un nombre entier de
» l'oxigène de l'autre, et l'on trouve presque toujours que
» le multiple est justement le nombre qui exprime celui des
» atomes d'oxigène que l'on avait trouvé, par d'autres moyens,
» dans l'oxide électro-négatif. Ainsi, par exemple, l'acide
» sulfurique contient trois atomes d'oxigène et trois fois l'oxi-
» gène de la base qui le neutralise; l'acide sulfureux et l'acide
» carbonique le contiennent deux fois; l'acide nitrique, suivant
» que l'on considère l'azote comme un corps simple ou com-
» posé, le contient cinq ou six fois, etc.; on peut donc, au
» défaut de voies directes, procéder de cette manière à l'égard
» des oxides électro-négatifs. C'est également le seul moyen de
» connaître le nombre relatif des atomes simples dans les
» corps organiques. Lorsque nous avons trouvé, par exemple,
» que l'acide acétique, dans ses sels neutres, contient trois
» fois l'oxigène de la base, nous en concluons que l'atome de
» l'acide contient trois atomes d'oxigène, ce qui est ulté-
» rieurement confirmé par la circonstance que les poids des
» quantités de carbone et d'hydrogène trouvés dans l'analyse
» correspondent, ceux du premier à quatre, et ceux du second
» à six atomes. Que l'on examine ensuite les différens degrés
» de capacité des acides, principalement leurs combinaisons
» avec excès de base, et l'on obtiendra pour le calcul du
» nombre le plus probable des atomes encore plus de données,
» dont les résultats doivent tous s'accorder pour mériter d'être
» adoptés.

» Enfin, je ne dois pas omettre la conjecture qui a été faite,
» que lorsqu'un radical donne deux acides dans lesquels les
» rapports mutuels de l'oxigène sont comme 3 à 5, ces acides
» peuvent contenir deux atomes de radical sur 3 à 5 atomes
» d'oxigène, et qu'ainsi cette différence de composition peut

» causer l'anomalie que l'on observe dans ces acides, dont les » rapports aux bases salifiables diffèrent de ceux que l'on » trouve ordinairement dans les autres acides. »

Donnons maintenant quelques exemples, ou bien déterminons le poids de quelques atomes.

1°. *Oxigène.* Le poids de ses atomes est pris pour l'unité : par conséquent il doit être désigné par 1.

2°. *Antimoine.* Il existe trois oxides d'antimoine qui, sur 100 de métal, contiennent, d'après M. Berzelius, 18,6 d'oxigène; 24,8, et 31. Or, comme ces nombres sont entre eux dans le rapport de 3, 4 et 5; que dans les antimonites et les antimoniates (composés où le deutoxide et le tritoxide jouent le rôle d'acide), la quantité d'oxigène de l'acide est quatre fois et cinq fois celle de la base, il est probable que ces oxides résultent de la combinaison d'un atome d'antimoine avec 3, 4 et 5 atomes d'oxigène. Comment d'après cela, trouver le poids de l'atome d'antimoine? d'une manière fort simple. En effet, nous venons de supposer que le protoxide d'antimoine contenait un atome d'antimoine et 3 atomes d'oxigène; mais ce protoxide est composé en poids de 18,6 d'oxigène et de 100 de métal. Ainsi l'atome d'antimoine pésera donc 100, lorsque l'atome d'oxigène pésera $\frac{18,6}{3}$ ou 6,2; et par conséquent en représentant le poids de l'atome d'oxigène par 100, celui de l'atome d'antimoine deviendra 1612,9.

Molybdène. Dans les molybdates neutres, l'acide contient 3 fois autant d'oxigène que la base qui le neutralise : il est permis de croire, d'après cela, que l'acide molybdique est formé d'un atome de molybdène et de 3 atomes d'oxigène. Mais l'expérience prouve que cet acide contient, sur 100 de métal en poids, 50,12 d'oxigène : le poids de l'atome de molybdène sera donc au poids de l'atome de l'oxigène comme 100 est à $\frac{50,12}{3}$, ou comme 596,8 à 100.

L'acide molybdeux ne contient probablement que 2 atomes d'oxigène, et l'oxide de molybdène qu'un seul, pour un atome de métal.

Plomb. Les oxides de plomb sont au nombre de trois, et les

quantités d'oxigène qu'ils contiennent sont entre elles comme les nombres 2, 3 et 4. De là, on doit être porté à croire qu'ils résultent d'un atome de plomb avec 2, 3 et 4 atomes d'oxigène. S'il en est ainsi, comme le protoxide de plomb est formé de 100 de plomb et de 7,725 d'oxigène, le poids de l'atome de plomb serait donc au poids de l'atome de l'oxigène comme $\frac{7,725}{2}$, ou comme 2589,00 à 100.

Sodium. Ce métal forme deux oxides dont les quantités d'oxigène sont dans le rapport de 2 à 3. Il doit en être de même du nombre des atomes de celui-ci : d'après cela, le protoxide serait formé de deux atomes d'oxigène et d'un atome de métal; et comme ce protoxide contient pour 100 de métal 34,372 en poids d'oxigène, le poids de l'atome de sodium serait à celui de l'oxigène comme 100 à $\frac{34,372}{2}$, ou comme 581,84 à 100.

Hydrogène. Le protoxide d'hydrogène ou l'eau est formé en volume de 2 d'hydrogène et de 1 d'oxigène : sa composition doit donc résulter de 1 atome d'oxigène et de 2 atomes d'hydrogène. Mais 100 d'oxigène donnent 112,435 d'eau; par conséquent le poids de l'atome d'oxigène étant représenté par 100, celui de l'atome de l'hydrogène doit l'être par la moitié de 12,435 ou 6,2175.

Soufre. L'on sait;

1°. Que la quantité d'oxigène de l'oxide est à celle de l'acide comme 1 à 2 dans les sulfites neutres, et comme 1 à 3 dans les sulfates également neutres; 2°. que les proto-sulfites et les proto-sulfates neutres, moins l'oxigène qu'ils contiennent, ne sont que des proto-sulfures. Par conséquent, lorsqu'un proto-sulfure s'oxigène, il peut en résulter un sel neutre; et alors ce sel sera un sulfite ou un sulfate, selon que le soufre prendra 2 fois ou 3 fois autant d'oxigène que le métal. Si donc le métal prend un atome d'oxigène, le soufre du sulfure métallique en prendra 2 ou 3 pour produire le sulfite ou le sulfate; et si l'on suppose que le nombre des atomes de soufre soit le même dans le sulfure métallique que le nombre des atomes d'oxigène dans l'oxide, il s'ensuivra que l'acide sulfurique devra être composé d'un atome de soufre et de 3 atomes d'oxigène : aussi trouve-t-on

le même nombre pour le poids de l'atome de soufre par les deux procédés suivans.

Le protoxide d'argent est formé de 100 d'argent et de 7,3986 d'oxigène ; et le proto-sulfure de 100 d'argent et de 14,9 de soufre (Berzelius) : or, dans le cas où l'oxide et le sulfure contiendront le même nombre d'atomes d'oxigène et de soufre, le poids de l'atome de l'oxigène étant représenté par 100, celui du soufre le sera par 201,16.

100 parties de plomb absorbent 7,725 d'oxigène pour passer à l'état de protoxide et donnent 146,44 de sulfate de plomb (Berzelius). Mais la quantité d'oxigène de l'acide est le triple de celle de l'oxide : par conséquent l'acide sulfurique de cette quantité de sulfate se compose de 23,175 d'oxigène et de 15,54 de soufre. Admettons dans cet acide trois atomes d'oxigène et un seul de soufre, et il en résultera que le poids de l'atome d'oxigène sera au poids de l'atome de soufre comme $\frac{23,175}{3}$ est à 15,54, ou comme 100 est à 201,165. Ainsi le poids de l'atome de soufre sera le même que nous venons de trouver plus haut.

Nous n'essaierons pas de déterminer le poids des atomes des autres corps. Ceux de nos lecteurs qui désireront connaître ce qui a été fait à cet égard devront lire le traité de M. Berzelius. Seulement nous ferons remarquer de nouveau que la détermination de ces poids, telle que nous venons de la présenter, n'est jamais rigoureuse. Sans doute, il paraît bien démontré que toutes les combinaisons se font d'atomes à atomes, et qu'elles n'ont ordinairement lieu qu'entre quelques-uns ; mais entre combien ? c'est ce qu'il est impossible de dire. Le choix, il est vrai, est borné ; il est très-limité ; mais enfin on est dans la nécessité de choisir, et en choisissant on court le risque de se tromper. Par exemple, on admet que le protoxide de cuivre est composé d'un atome de cuivre et d'un atome d'oxigène, et le deutoxide d'un atome de cuivre, comme le protoxide, et de deux atomes d'oxigène ; mais pourquoi ne pas adopter les proportions inverses, proportions d'après lesquelles le deutoxide contiendrait un atome de métal et un atome d'oxigène, et le protoxide un atome d'oxigène et deux atomes de

métal, etc.? Assurément, d'après la méthode qui nous a guidés, je ne vois pas qu'on puisse préférer l'une de ces manières de voir à l'autre.

Toutefois cette incertitude disparaîtrait, du moins pour les corps simples, si la loi énoncée par MM. Dulong et Petit était constatée pour chacun de ces corps; savoir, que la chaleur spécifique des atomes élémentaires est la même. Aussi cette loi si remarquable deviendrait-elle des plus importantes par les applications dont elle serait susceptible. (*Voyez* à ce sujet le 1er vol., pag. 103. Le tableau que contient cette page renferme les poids des atomes de 13 corps élémentaires, celui de l'eau étant pris pour l'unité.)

M. Berzelius exprime par des signes le nombre et la nature des atomes, dans toutes les combinaisons chimiques, et parvient ainsi à énoncer chacune d'elles par une formule très-simple. Il a cru devoir employer à cet effet la nomenclature latine, comme étant la plus générale. Les corps simples non métalliques ne sont jamais désignés que par la lettre initiale de leurs noms; les métaux le sont aussi de la même manière; mais quand un métal a la même initiale qu'un corps combustible non métallique ou qu'un autre métal, on le désigne par les deux premières lettres de son nom, et s'il arrivait que ces deux mêmes lettres fussent communes à deux métaux différens, ce serait alors la première consonne différente dans chaque nom qu'on ajouterait à l'initiale. Ainsi, l'oxigène est indiqué par *O;* le carbone, par *C;* le soufre, par *S;* le cuivre, par *CU;* le cobalt, par *CO;* l'étain (stannum), par *ST;* l'osmium, par *OS*. Ces signes dégagés de tout autre, ou tels que nous venons de les énoncer, n'indiquent jamais qu'un atome: pour en indiquer plusieurs, on place un chiffre à la gauche du signe; par exemple, $O + CU$ représente la combinaison d'un atome d'oxigène avec un atome de cuivre, et $2\,O + CU$, la combinaison de deux atomes de cuivre avec deux d'oxigène.

Lorsqu'il s'agit d'un atome composé, du second ordre, on abrège la formule. Comme l'oxigène entre dans la plupart des combinaisons, on le désigne en plaçant autant de points sur le

corps combustible oxidé, qu'il y a d'atomes d'oxigène dans l'acide ou l'oxide. Quant aux corps combustibles, on les désigne à la manière ordinaire, si ce n'est que, pour indiquer le nombre de leurs atomes, au lieu de mettre le chiffre qui représente ce nombre à gauche, on le met à droite et sous forme d'exposant algébrique. D'après cela, le protoxide de cuivre devient $\dot{Cu}$; le deutoxide de cuivre $\ddot{Cu}$; l'acide sulfureux $\ddot{S}$; l'acide sulfurique $\dddot{S}$; le sulfate de protoxide de cuivre $\dot{C}\dddot{S}$; le sulfate de deutoxide de cuivre $\ddot{Cu}\dddot{S}^2$.

La composition des atomes du troisième ordre peut être également exprimée par des formules analogues. Ainsi, $\ddot{Ca}\,\ddot{C}^2 + \ddot{Mg}\,\ddot{C}^2$ sera celle du sel double fossile, appelé *dolomie* ou chaux carbonatée magnésifère, qui résulte d'un atome de carbonate de chaux et d'un atome de carbonate de magnésie. Ici, comme on voit, chaque sel n'entre dans le composé que pour un atome. Mais, si l'un d'eux y entrait pour deux, trois, un chiffre placé à la gauche le ferait connaître. C'est pourquoi la formule de l'alun anhydre et à base de potasse est $\ddot{K}\dddot{S}^2 + 2\dddot{Al}\dddot{S}^3$, ce qui veut dire que dans l'alun il y a un atome de sulfate de potasse, plus deux atomes de sulfate d'alumine.

Enfin les atomes composés du quatrième ordre s'expriment de la même manière encore, mais en mettant entre parenthèse les atomes du troisième ordre. L'alun cristallisé nous servira d'exemple ; sa formule est $(\ddot{K}\dddot{S}^2 + 2\dddot{Al}\dddot{S}^3) + 48\ H^2O$, d'après laquelle on voit qu'il est composé d'un atome du troisième ordre avec 48 atomes d'eau. Au lieu de désigner l'eau par H^2O, M. Berzelius la désigne ordinairement par *Aq*. La formule précédente devient alors $(\ddot{K}\dddot{S}^2 + 2\dddot{Al}\dddot{S}^3) + 48\ Aq$.

Quant aux atomes organiques, ils se désignent par les lettres *HCO*, initiales des corps dont ils sont formés, en affectant la droite de ces lettres du chiffre indicateur du nombre d'atomes du corps élémentaire qui fait partie de l'atome organique : par exemple, $H^5C^4O^5$ est la formule de la composition de l'acide

tartrique. Les atomes des acides se désignent également par l'initiale de leurs noms en surmontant cette lettre d'un trait. $\overline{T}$ veut donc dire acide tartrique. Dans le cas où deux acides auraient la même lettre initiale, on prendrait les deux premières lettres du nom, et si celles-ci étaient encore les mêmes, on prendrait, comme pour les métaux, l'initiale et la première consonne. (*Voyez*, pour plus de détails, l'ouvrage de M. Berzelius.)

ADDITIONS.

Pendant l'impression de cet ouvrage, il s'est fait de nouvelles observations que nous devons nous empresser de faire connaître à nos lecteurs. Nous rectifierons en même temps quelques erreurs et nous réparerons quelques oublis.

Chaleur constituante de la vapeur d'eau.

Dans un mémoire intitulé *Théorie des machines à feu*, que MM. Desormes et Clément ont lu à l'Académie des sciences, les 16 et 23 août 1819, et dont l'un d'eux a bien voulu nous donner l'extrait qu'on va lire, ils ont fait connaître que la chaleur abandonnée par la liquéfaction de la vapeur d'eau, était une quantité constante pour un poids donné de vapeur, quelles que soient sa température et sa tension, et que cette quantité est égale à celle qui élèverait une même quantité d'eau liquide, de 650 degrés.

Ce résultat curieux est de la plus grande importance dans les arts, et particulièrement pour les machines à vapeur.

Les expériences de MM. Desormes et Clément ont été faites de la manière suivante : ils avaient une grande chaudière à vapeur, dans laquelle celle-ci pouvait acquérir une force expansive de plusieurs atmosphères. Un tuyau de cuivre, d'un petit diamètre, pouvait conduire la vapeur, lorsqu'on en permettait l'issue en ouvrant un robinet, dans un baquet qui contenait une masse d'eau froide de 290 kilogrammes. Un manomètre placé sur le tuyau conducteur de vapeur indiquait sa tension, et un thermomètre sa température.

Dans une première expérience, la vapeur avait une tension de 4 atmosphères et une température de 152° $\frac{1}{4}$. On a laissé

introduire 14 $\frac{1}{2}$ kilogrammes de vapeur dans l'eau froide; le temps de l'introduction n'a été que de deux minutes. La température de l'eau était auparavant de 20 degrés et après de 49 degrés $\frac{1}{4}$.

Ainsi, la quantité de chaleur avant l'expérience peut être estimée à.................... 290$^{\text{kil.}}$ + 20$^{\text{deg.}}$ = 5800$^{\text{unités.}}$

Après l'introduction de la vapeur elle est devenue.......... 304$^{\text{kil.}}$50 + 49 $\frac{1}{4}$ = 14972$^{\text{unités.}}$

Ainsi, les 14$^{\text{kil.}}$ $\frac{1}{2}$ ont apporté .... 9172$^{\text{unités.}}$

Et par conséquent 1 kil..................... 632$^{\text{unités.}}$

On a cru devoir ajouter quelque chose à ce résultat immédiat de l'expérience pour les pertes de chaleur qui ont eu lieu pendant sa durée; mais elle a été si courte que MM. Desormes et Clément croient indiquer un maximum en portant la quantité de chaleur constituante d'un kilogramme de vapeur à 650 unités, leur unité de chaleur étant égale à celle qui peut élever un kilogramme d'eau d'un degré de notre thermomètre centigrade.

La même expérience, répétée sur la même quantité de vapeur, avec le même appareil, le même jour et avec une égale quantité d'eau froide, enfin, dans des circonstances toutes semblables, à cela près que la vapeur avait d'autres tensions et d'autres températures; la même expérience, disons-nous, a eu précisément le même résultat. Il était beaucoup plus facile d'apercevoir la similitude que des différences, s'il s'en était présenté; et ce résultat est peut-être encore mieux mis hors de doute par cette circonstance, que par la grandeur de l'appareil et les soins apportés à l'exécution de cette curieuse expérience.

Long-temps avant ces expériences, MM. Desormes et Clément avaient reconnu que la vapeur d'eau, dans l'air, à des températures très-basses, contenait sensiblement la même quantité de chaleur constituante qu'à la température de l'ébullition.

De là, ils ont conclu que cette quantité de chaleur est constante pour toutes les températures, même pour celle au-dessous de la glace fondante; et comme la constitution de toutes les va-

peurs offre la plus grande analogie, ils ont établi cette proposition en général, sous cette forme :

Une masse donnée de vapeur constituée jusqu'à la saturation de l'espace contient la même quantité de chaleur, quelles que soient la température et la force élastique.

Il faut bien entendre que cette loi n'a lieu que pour les différens états d'une même vapeur, et non pour les différentes vapeurs dont la constitution exige des quantités de chaleur propres à chacune.

MM. Desormes et Clément ont tiré des conséquences très-remarquables du principe auquel ils sont parvenus. Selon eux, une vapeur est une combinaison de chaleur et de matière à proportions fixes dont la tension et la température sont en raison inverse de l'espace qu'elle occupe.

Quel que soit le volume qu'elle acquiert par son expansion mécanique, quel que soit l'abaissement de température qui s'ensuive, elle conserve l'état élastique sans recevoir aucune addition de chaleur. De même, si elle était comprimée dans un vase imperméable à la chaleur, et que par conséquent elle ne pût rien perdre de celle qu'elle contient, elle ne retournerait pas à l'état liquide par la plus grande pression, parce que, conservant sa dose constitutive de chaleur, sa température s'élèverait par suite de la réduction de volume, d'autant qu'il serait nécessaire pour rendre l'état élastique permanent.

Une conséquence utile du nouveau principe, c'est qu'il est absolument indifférent, sous le rapport de la quantité de chaleur, de distiller dans le vide, sous la pression atmosphérique, ou d'évaporer à une température inférieure avec le secours de l'air. Dans tous les cas, la quantité de chaleur dépensée est la même.

C'est une autre conséquence aussi fort importante que celle-ci : *la chaleur spécifique de la vapeur augmente avec son volume.* MM. Desormes et Clément la déduisent encore du principe qu'ils ont posé; ils soutiennent également que, dans le passage à l'état élastique, l'eau éprouve une grande augmentation de chaleur spécifique, et que ce changement suffit pour rendre parfaitement raison de la chaleur absorbée dans ce phénomène,

sans avoir recours au calorique latent, qu'ils regardent comme une hypothèse inutile et démentie par les faits, aussi-bien dans le cas de la liquéfaction que dans celui de la vaporisation.

La plus importante application de la connaissance de la chaleur constituante de la vapeur d'eau est celle que MM. Desormes et Clément ont faite à la théorie des machines à vapeur. Ils ont calculé le maximum d'effet de la vapeur dans les circonstances ordinaires de sa production; puis ils ont expliqué comment chaque système de machines réalise une portion différente de ce maximum. Un résultat fort étonnant, assurément, de leurs calculs, c'est que les meilleures machines à vapeur ne réalisent encore qu'un douzième du maximum qu'indique la théorie, en sorte qu'il reste de très-grands progrès à faire dans le perfectionnement de ces machines, dont les effets ont cependant déjà tant excité notre admiration. Mais ce sujet appartient tout entier à la mécanique et à la physique, et nous n'en dirons pas davantage (*a*).

MM. Desormes et Clément ont fait aussi de nombreuses recherches sur la détermination du zéro absolu de la température; mais, comme ce sujet est beaucoup plus du ressort de la physique que de la chimie et qu'il exigerait un grand dévelop-

(*a*) Depuis la lecture de ce Mémoire à l'Institut, on a appris en France que M. Southern s'était occupé du même objet en Angleterre.

Les expériences du physicien anglais ont précédé de beaucoup celles des physiciens français; mais elles n'ont été publiées qu'en 1818, comme un appendice à un ouvrage du docteur Robinson sur les machines à vapeur, lequel n'était pas connu en France.

MM. Desormes et Clément ont cru que le physicien anglais avait obtenu des résultats absolument semblables à ceux qui leur sont propres, et cependant, il paraît que ces résultats ne sont pas tout-à-fait d'accord. En effet, suivant MM. Desormes et Clément, un kilogramme de vapeur, à toutes sortes de pressions, élève toujours d'un même nombre de degrés la même masse d'eau froide, au lieu que, d'après M. Southern, le kilogramme de vapeur élèverait plus la température de la même masse d'eau froide, sous une pression plus forte que sous une pression moindre : cette élévation proviendrait uniquement de la quantité de chaleur nécessaire pour augmenter la pression de la vapeur, en sorte que la chaleur latente de la vapeur, quelle que fût la pression, serait toujours la même.

pement, nous nous contenterons d'indiquer ici le journal où leur mémoire se trouve imprimé. (*Voy. Journal de Physique*, cahier de novembre et décembre 1820.)

Sur la Chaleur, par M. Despretz.

M. Despretz a lu, à l'Institut, deux Mémoires dont voici les principaux résultats :

Dans le premier Mémoire, on trouve que les chaleurs latentes des diverses vapeurs sont à-peu-près en raison inverse de leurs densités. Les expériences qui font l'objet du Mémoire ont été faites sur l'eau, l'alcool, l'essence de térébenthine et l'éther sulfurique. L'importance de ces résultats, pour l'art de la distillation et pour la théorie des vapeurs, est évidente.

Dans le second Mémoire, qui a pour objet les quantités de chaleur des vapeurs à diverses pressions, M. Despretz est conduit à des nombres sur les forces élastiques des vapeurs, qui ne sont pas d'accord avec la loi de M. Dalton; il en a tiré cette conséquence : que la loi de M. Dalton n'a pas toute la généralité qu'il lui avait supposée.

On sait qu'il a été presque généralement admis, d'après M. Dalton, qu'à partir du point d'ébullition, la variation dans la force élastique de la vapeur, pour un même nombre de degrés du thermomètre, est absolument la même pour tous les liquides.

Supposons, par exemple, qu'un kilogramme de vapeur, à la température de 100° et sous la pression de 76 centimètres, donne, en passant à travers 11 kilogrammes d'eau à zéro, 12 kilogrammes d'eau à 50° : si on répète l'expérience avec 1 kilogramme de vapeur sous une pression double, comme la chaleur de la vapeur sera de 121°,66, il en résultera 12 kilogrammes d'eau à $50° + \frac{21°,66}{12}$ ou à 51°, 805; si la pression était quintuple, les 12 kilogrammes seraient à $50° + \frac{65}{12}$, parce qu'alors la température de la vapeur serait de 165° : voilà ce qu'annonce M. Southern. Dans tous les cas, au contraire, MM. Desormes et Clément admettent que la chaleur des 12 kilogrammes d'eau ne sera que de 50°. Ce que nous avons dit (vol. 1, p. 75), sur ce que la chaleur latente de la vapeur serait la même à différentes pressions, ne peut donc pas s'appliquer à MM. Desormes et Clément : cela ne s'applique pas non plus à M. Despretz.

On voit, par le Mémoire de M. Despretz, que les forces élastiques de plusieurs vapeurs sont égales à des températures inégalement distantes de leurs points d'ébullition; d'où il suit qu'à égale distance, les forces élastiques sont différentes. On s'est appuyé, particulièrement en France, sur la loi de M. Dalton, pour prendre les points d'ébullition de certains liquides : on voit, d'après le Mémoire de M. Despretz, que les déterminations de ce genre doivent être prises directement.

Dans les Mémoires dont nous donnons un extrait, on trouve que la chaleur latente de la vapeur d'eau à $0^m,76$ et à 100°, est de 530, nombre très-différent de ceux qu'on rapporte dans les ouvrages.

Les capacités pour la chaleur de l'alcool, de l'essence, de l'éther sulfurique sont 0,622; 0,463; 0,5205. Ces capacités sont plus faibles que celles qu'on trouve dans les tables.

Nous avons oublié de rapporter à l'article des *Chaleurs spécifiques*, que M. Despretz a imaginé un procédé particulier. Il donne la même surface aux corps dont on veut connaître les temps du refroidissement, en appliquant des couches de vernis jusqu'à ce que le rayonnement soit porté au *maximum*.

Examen de quelques composés qui dépendent d'affinités très-faibles.

M. Berzelius a publié à ce sujet, dans les *Annales de Chimie et de Physique*, tom. XIV, p. 363, des observations intéressantes. La difficulté qu'il y aurait à en présenter un extrait, nous engage à renvoyer le lecteur au Mémoire même.

Sur la Préparation du Phosphore.

Lorsqu'on mêle l'acide phosphorique avec le charbon, et qu'on calcine le mélange dans une cornue de grès, la majeure partie de l'acide se sublime sans être décomposée, suivant M. Julien Javal, et, par conséquent, l'on n'obtient que très-peu de phosphore. Le contraire a lieu quand l'acide est uni à une certaine quantité de phosphate de chaux. M. Javal conclut de là que dans la préparation du phosphore il ne faut pas

mettre une trop grande quantité d'acide en liberté : aussi il prescrit de ne traiter les os calcinés que par les $\frac{2}{5}$ de leur poids d'acide sulfurique. (*Ann. de Chimie et de Physique*, tom. XIV, pag. 207.)

Emploi de l'Iode contre les goîtres.

Le docteur Coindet a observé qu'on pouvait administrer avec beaucoup de succès, contre les goîtres, l'hydriodate de potasse, l'hydriodate de potasse iodure et la dissolution d'iode dans l'esprit-de-vin. On en prend à l'intérieur une petite quantité. Il paraît que c'est à l'iode que ce remède doit toutes ses vertus. (*Annales de Chimie et de Physique*, tom. XV, pag. 49.)

Composition du Chlorure de soufre.

Ce chlorure, dont la découverte est due à M. Thomson, vient d'être analysé par lui : il le croit composé de 45,85 de soufre et de 51,58 de chlore. Cette analyse se trouve *Ann. de Chimie et de Physique*, tom. XIV, pag. 322, et est accompagnée d'une note du rédacteur, qui a pour objet de faire voir que la quantité de soufre doit être plus grande que celle qu'indique M. Thomson.

Chlorure de Carbone.

M. Faraday vient d'obtenir une combinaison inconnue jusqu'ici entre le chlore et le carbone. La combinaison est de deux sortes : la première, ou le proto-chlorure, est liquide, sans couleur, et analogue, pour l'aspect, au proto-chlorure de phosphore ; la deuxième, ou le deuto-chlorure, est solide, cristalline, blanche et semblable aussi pour l'aspect, du moins jusqu'à un certain point, au deuto-chlorure de phosphore ou plutôt au camphre. Il paraît que c'est en faisant passer plus ou moins de chlore à travers l'hydro-per-carbure de chlore, et exposant en même temps le mélange au soleil, que M. Faraday est parvenu à se procurer le deuto-chlorure, et que c'est en chauffant celui-ci qu'il obtient le proto-chlorure. Son Mémoire sera imprimé incessamment dans les Annales de Chimie et de Physique.

Sulfure et Oxide de chrôme.

M. Lassaigne est parvenu à obtenir facilement ce sulfure, en chauffant fortement, dans un tube de verre, un mélange d'hydro-chlorate de chrôme desséché et de fleur de soufre. Le sulfure ainsi formé a la propriété de brûler comme le pyrophore lorsqu'on l'expose à la chaleur rouge-cerise dans un petit creuset de platine, il répand une vive odeur d'acide sulfureux, et donne naissance à un oxide de chrôme d'un vert foncé.

Le même chimiste a observé qu'on obtenait toujours un oxide de chrôme d'une belle couleur verte, et au même degré d'intensité, en chauffant jusqu'au rouge, dans un creuset de terre fermé, un mélange de chromate de potasse et de soufre à parties égales. Il se produit alors du sulfate et du sulfure de potasse, qu'on enlève en lessivant la masse verdâtre. L'oxide, après plusieurs lavages, peut être considéré comme pur. (*Ann. de Chimie et de Physique*, tom. XIV, pag. 299.)

Alliages de potassium et de sodium avec quelques autres métaux.

Il y a quelques années que M. Vauquelin, en calcinant l'antimoine et le bismuth avec le tartre, a obtenu des alliages de ces métaux avec le potassium. M. Sérullas, pharmacien principal à l'hôpital militaire d'instruction de Metz, a suivi le même procédé, pour combiner non-seulement le potassium avec l'antimoine et le bismuth, mais encore avec le plomb et l'étain. En remplaçant la crême de tartre par le tartrate de soude, il s'est également procuré des alliages de sodium. Ceux d'antimoine réduits en poudre et placés sur du papier, ne tardent point à l'enflammer; ils décomposent l'eau vivement et en dégagent beaucoup de gaz hydrogène. M. Sérullas pense, avec M. Davy, que l'inflammation du pyrophore est due à la présence d'une certaine quantité de potassium. (*Journal de Pharmacie*, tom. VI, pag. 571.)

Alliages que peuvent former l'acier et le fer avec divers métaux.

MM. Faraday et Stodart, en se livrant à une série d'expériences sur ces alliages, ont obtenu plusieurs résultats remarquables, que nous allons faire connaître. Après s'être assurés que le wootz, ou acier de l'Inde, ou acier damassé, contenait en combinaison intime une petite quantité d'alumine et de silice, ou bien d'aluminium et de silicium, ils ont essayé de faire un acier en tout semblable, et ils y sont parvenus de la manière suivante. D'abord, ils soumirent pendant long-temps, à une chaleur intense, de l'acier pur et quelquefois du bon fer, mêlés avec du charbon en poudre. Il en résulta des carbures formés de 94,36 de fer et de 5,64 de carbone. Ces carbures, dont le poids pouvait être de 500 grains, étaient fondus, d'un gris très-foncé, et présentaient, lorsqu'on les cassait, des facettes cristallines, dont quelques-unes avaient au-delà d'un 8e de pouce de large. Le carbure de fer ainsi préparé fut réduit en poudre dans un mortier, mêlé à de l'alumine pure, et exposé, dans un creuset clos, à une chaleur aussi intense que celle qu'on avait employée pour sa préparation, mais pendant un temps plus considérable : après quoi le creuset ayant été retiré et ouvert, on y trouva un alliage très-fragile, dont la couleur était blanche, dont la texture était à grains serrés, qui contenait à peine du carbone, et dont on retira, par les acides, 6,4 d'alumine pour 100. Probablement que, dans cette expérience, l'oxigène de l'alumine se combine avec le carbone du carbure, et que l'aluminium, en s'unissant au fer, constitue l'alliage. Quoi qu'il en soit, en faisant fondre 500 grains de bon acier avec 67 de l'alliage précédent, on obtint un bouton métallique doué de toutes les propriétés qui caractérisent le meilleur wootz ou acier de Bombay. En effet, il était parfaitement malléable; et ayant été forgé, façonné en une petite barre et poli, il fut soumis à l'action de l'acide sulfurique affaibli, et sa surface se *moira* à la manière des damas. Fondu à plusieurs reprises, il

conserva cette propriété distinctive, qui dépend évidemment d'une cristallisation particulière, comme celle qu'on remarque dans le fer-blanc. Ces expériences intéressantes prouvent que jusqu'ici nous avions une idée fausse du véritable damas, en le comparant aux étoffes d'acier qui résultent de lames d'acier de différentes trempes, ou même de lames d'acier et de lames de fer forgées ensemble.

MM. Faraday et Stodart ont encore obtenu d'autres résultats dignes d'attention. 1°. Le carbure de fer artificiel dont nous avons parlé précédemment, mêlé avec du charbon, puis fondu, se convertit en partie en une substance molle, brillante, facile à couper, analogue en tout à la plombagine.

L'acier uni à la 500e partie de son poids d'argent acquiert des propriétés telles qu'il est préférable aux meilleurs aciers connus pour la confection des instrumens tranchans. Une plus grande quantité d'argent ne pourrait point entrer en combinaison : par exemple, lorsqu'on essaye d'en employer un 200e et même un 300e ou un 400e, l'alliage qui, tant qu'il est fondu, paraît contenir tout l'argent en combinaison, se trouve traversé, lorsqu'il est refroidi, par une multitude de fibres d'argent non allié.

Parties égales d'acier et de platine s'unissent très-bien; l'alliage prend un superbe poli et ne se ternit point : il serait peut-être possible d'en faire d'excellens miroirs.

Enfin, l'acier fondu avec un 200e de rhodium acquiert une qualité bien supérieure à celles qui distinguent les précédens aciers; il est plus dur qu'aucun d'entre eux, et a une tenacité suffisante pour qu'on puisse l'employer : malheureusement le rhodium est un métal très-rare. (*Voy.*, pour plus de détails, les *Annales de Chimie et de Physique*, t. XV, p. 127.)

Restauration des dessins par l'eau oxigénée ou l'eau chargée de deutoxide d'hydrogène.

Les anciens dessins sont souvent couverts de taches noires qui les défigurent, et qui proviennent de la combinaison du soufre avec le plomb. Sans doute que ce sulfure est dû à l'action

de quelques traces de gaz hydrogène sulfuré qui peut se trouver accidentellement dans l'air, sur le blanc de plomb qui fait partie de ces dessins. Comme le deutoxide d'hydrogène a la propriété de transformer le sulfure de plomb, qui est noir, en sulfate de plomb, qui est blanc, il s'ensuit que ce deutoxide nous offre un excellent moyen pour faire disparaître les taches dont nous venons de parler : l'expérience en a été faite sur un beau dessin de Raphaël appartenant à l'un de nos plus habiles peintres : elle a réussi au-delà de nos espérances : l'eau employée à cet effet contenait à-peu-près la 8e partie de son volume d'oxigène. On l'appliquait avec un petit pinceau sur toutes les parties tachées, et son action se manifestait dans l'espace d'une à deux minutes. (*Annales de Chimie et de Physique*, tome XIV, page 221.)

Nouveau procédé pour obtenir la zircône pure.

MM. Dubois et Silveira font rougir, pendant une heure, dans un creuset d'argent, 2 parties de potasse à l'alcool, mêlées avec une partie de zircon réduit en poudre fine; ils délaient la masse dans l'eau distillée, la filtrent et la lavent. La matière restée sur le filtre, composée de zircône, de silice, de potasse et d'oxide de fer, est ensuite traitée par l'acide hydro-chlorique qui dissout le tout, excepté la silice. La nouvelle liqueur étant filtrée, on y verse de l'ammoniaque pour en précipiter la zircône et l'oxide de fer à l'état d'hydrates. Lorsqu'ils sont bien lavés, on les fait bouillir avec l'acide oxalique, et delà résulte un oxalate de fer soluble, et un oxalate de zircône insoluble. Ce dernier, séparé de l'autre par un nombre de lavages convenable, et calciné dans un creuset de platine, donne la zircône parfaitement pure, mais difficilement attaquable par les acides. On parvient à la rendre très-soluble dans ceux-ci, en la traitant de nouveau par la potasse, la lavant, la dissolvant dans l'acide hydro-chlorique et la précipitant par l'ammoniaque. (*Ann. de Chim. et de Phys.*, tom. XIV, pag. 110.)

Sur le Tritoxide de manganèse.

En parlant du tritoxide de manganèse, 2e. vol., pag. 81, nous avons avancé qu'il n'existait point dans la nature : c'est une erreur. M. Arfwedson ayant eu occasion d'analyser de l'oxide de manganèse cristallisé d'Undenas en Westro-Gothie, a trouvé que c'était un hydrate de tritoxide contenant 10 centièmes d'eau pure : cette quantité d'eau est telle que, si l'on en retranche l'hydrogène, le tritoxide devient peroxide, ou bien que l'oxigène de cette eau est à celle du tritoxide comme 1 à 3 (*Ann. de Chimie et de Physique*, t. VI, p. 204.)

Analyse de l'Acide phosphoreux et de l'acide phosphorique.

Suivant le docteur Thomson, l'hydrogène perphosphoré a une pesanteur spécifique de 0,9022, et exige pour sa combustion, ou 1 volume d'oxigène, ou 1 volume $\frac{1}{2}$: dans le 1er cas, il se produit de l'eau et de l'acide phosphoreux, et dans le 2e de l'eau et de l'acide phosphorique : or, comme il contient aussi, suivant le même chimiste, un volume d'hydrogène égal au sien, et que l'hydrogène exige la moitié de son volume d'oxigène pour former de l'eau, il s'ensuit que le phosphore de l'hydrogène phosphoré devient acide phosphoreux par $\frac{1}{2}$ volume d'oxigène, et acide phosphorique par un volume du même gaz. Ces résultats n'étant point d'accord avec ceux de MM. Berzelius et Dulong, etc., il convient, avant de les admettre, de voir s'ils sont parfaitement exacts. (*Ann. de Chim. et de Phys.* tom XIV, pag. 321.)

Sur l'Acide hypo-sulfureux et sur ses combinaisons.

L'on trouve dans les *Ann. de Chimie et de Physique*, tom. XIV, pag. 353, un extrait d'un travail assez étendu, que M. J. F. W. Herschell a fait à se sujet. Cet extrait est tiré du mémoire original de l'auteur, imprimé dans *The Edinburgh Philosophical Journal*, I. 8. 396, et II, 154.

Nous ne pouvons citer tous les résultats auxquels est parvenu l'auteur ; nous dirons seulement :

1°. Qu'il a essayé d'isoler l'acide hypo-sulfureux, mais cet acide se décompose si facilement qu'il se transforme presque tout-à-coup en gaz sulfureux et en soufre, ainsi que l'a annoncé M. Gay-Lussac ;

2°. Qu'il a étudié avec soin les propriétés d'un assez grand nombre d'hypo-sulfites ;

3°. Que les hypo-sulfites de chaux, de strontiane, s'obtiennent facilement en faisant passer du gaz sulfureux à travers les dissolutions de sulfures hydrogénés de ces bases ;

4°. Que le chlorure d'argent récemment préparé est soluble dans tous les hypo-sulfites, et particulièrement dans celui de soude, auquel il communique une saveur très-douce, qui surpasse même celle du miel, sans avoir rien de métallique ;

5°. Que l'oxide rouge de mercure se dissout promptement dans l'hypo-sulfite de soude, qu'il en sépare l'alcali, et que la liqueur ne tarde point à se troubler et laisse déposer une grande quantité de cinabre ;

6°. Que tous les hypo-sulfites paraissent avoir entre eux une grande tendance à former des sels doubles ;

7°. Qu'en faisant bouillir, pendant une heure, 20 parties d'eau avec 3 de chaux éteinte, et une de soufre, et en décantant le liquide pendant qu'il est chaud, on obtient, quelque temps après, des cristaux d'une couleur orange et d'une forme aciculaire, dont on enlève aisément par l'eau la plus grande partie des impuretés qui les enveloppent ; qu'on ne peut dessécher ces cristaux dans l'air sans les décomposer ; mais qu'on y parvient, en les exposant, dans un récipient vide, au pouvoir absorbant d'une grande surface d'acide sulfurique ; qu'alors ils sont permanens ; qu'ils peuvent être regardés comme un composé de 45,04 de chaux, de 25,37 de soufre, de 0,84 d'hydrogène et de 28,75 d'eau ; qu'en décomposant ces cristaux par l'acide hydro-chlorique, il se dégage du gaz hydrogène sulfuré, et qu'il se précipite une

quantité de soufre, précisément égale à celle qui est contenue dans l'hydrogène sulfuré mis en liberté.

Sur l'Acide colombique ou tantalique.

Nous avons dit, 2ᵉ vol., pag. 142, d'après M. Wollaston, que l'acide colombique à l'état d'hydrate se dissolvait bien dans les acides oxalique, citrique et tartrique; mais il suit des expériences de M. Berzelius que ces acides en dissolvent à peine des traces; qu'au contraire le tartrate acide de potasse bouillant en dissout une quantité considérable. M. Berzelius a fait voir aussi que le sous-carbonate de potasse diminuait très-sensiblement la dissolution du colombate de potasse dans l'eau; que l'acide colombique hydraté rougissait la teinture de tournesol, et qu'en le privant d'eau il perdait cette propriété. (*Ann. de Chim. et de Phys.*, tom. III, pag. 143 à 146.)

Sur le Cuivre fulminant.

Le mémoire de M. Richard-Phillips, sur le carbonate de cuivre, contient un passage que nous devons rapporter : « Je » termine, dit-il, en rappelant à l'attention des chimistes, » le cuivre fulminant qu'on trouve décrit dans la *Chimie* » de Newman. Le mélange du nitrate de cuivre avec l'am- » moniaque donne des cristaux de couleur de saphir, so- » lubles dans l'esprit-de-vin. Si, au lieu de faire cristalliser la » liqueur, on l'évapore à siccité, le résidu fait explosion à » une chaleur modérée, comme l'or fulminant. » (*Ann. de Chim. et de Phys.*, tom. VII, pag 48.)

Sur le Sous-carbonate et le Carbonate saturé de soude.

Ces sels sont présentés, pages 304 et 305, volume II, comme contenant sur 100 d'acide : le premier, 141,327 de soude; et le deuxième, 70,663. A ces deux nombres il faut substituer les deux suivans : 141,387, et 70,693.

Sur le Sulfate de platine.

Il paraît que ce sulfate ne peut pas s'obtenir en chauffant l'hydro-chlorate de platine en dissolution avec le sulfate d'argent, et que le seul procédé qui réussise consiste, comme l'a indiqué M. Edmond Davy, à traiter le sulfure de platine par l'acide nitreux.

Sur diverses Analyses par M. Berzelius.

Ces analyses sont celles de la calamine, de l'uranite d'Autun, du phosphate de manganèse de Limoges, et de la pyrite blanche. Nous renverrons, pour la connaissance des résultats, aux *Annales de Chymie et dePhysique*, tom. XII, pag. 12.

Sur l'annonce de neuf nouveaux Alcalis végétaux.

Quatre ont été annoncés par MM. Brande et Meissner, sous les noms, de *delphia*, *daturia*, *hyoscyama*, *atropia*, dérivés des plantes qui les fournissent (*Annales de Philosophie*, juillet, 1820); le cinquième, l'a été par M. Oerstaedt, dans le poivre; le sixième, par un des amis de M. Oerstaedt, dans le *brassicum annuum* (Extrait d'une lettre de M. Oerstaedt, insérée dans le *Journal de Physique* de février 1820); le septième, par M. Desfosses, dans le *solanum nigrum* (*Journal de Pharmacie*, tom. VI, pag. 374); le huitième et le neuvième, dans le quinquina, par MM. Pelletier et Caventou.

Parmi tous ces nouveaux alcalis, il n'y a que les deux derniers dont l'existence nous paraît bien constatée. Les auteurs les ont désignés sous les noms de *cinchonine*, de *quinine*. Nous allons faire connaître ces nouvelles substances.

Sur l'Ecorcè de inchona.

Le quinquina ou quina, si remarquable par son amertume et ses propriétés fébrifuges, n'est que l'écorce de diverses espèces

de *cinchona*, arbres qui croissent en Amérique, au Pérou, etc.

Cette écorce, en raison de ses importans usages, a été examinée tout à la fois par un grand nombre de naturalistes et par un assez grand nombre de chimistes, parmi lesquels on distingue Lagrange, Fourcroy, et MM. Vestring, Deschamps, Séguin, Vauquelin, Gomès, Pfaff, Laubert, Pelletier et Caventou.

Nous n'analyserons pas tous ces travaux. Nous ne parlerons avec détail que de celui de MM. Pelletier et Caventou, qui est le plus récent, le plus original, à beaucoup près, et qui a pour objet de faire connaître les diverses substances qui entrent dans la composition du quinquina, et de prouver qu'au nombre de ces substances sont deux alcalis auxquels, ou à l'un desquels du moins, cette écorce doit toutes ses vertus. (*Ann. de Chim. et de Phys.*, tom. xv, pag. 289.)

Cinchonine. — La cinchonine, qui paraît être le principe actif de quelques quinquinas, et particulièrement du quinquina gris, a été découverte par le docteur Gomès, de Lisbonne. Il l'obtenait en traitant la résine de quinquina par une solution de potasse. Selon M. Gomès, la potasse dissout, dans ce cas, toutes les substances étrangères au principe amer; celui-ci reste sous forme d'un sédiment d'un blanc verdâtre; ce sédiment se dissout dans l'alcool, et, par l'évaporation de son dissolvant, cristallise en prismes déliés. M. Gomès le nomme *cinchonin.*

Le travail du docteur Gomès, inconnu en France dans ses détails, n'avait pas attiré, autant qu'il le méritait, l'attention des chimistes. M. Laubert, qui a éclairci l'histoire naturelle des quinquinas, et qui s'est beaucoup occupé de l'examen chimique de ces écorces, a, depuis, obtenu la même substance, mais ne la considère que comme une substance blanche cristallisable. M. Labillardière jeune, d'un côté, et MM. Pelletier et Caventou, de l'autre, soupçonnèrent les premiers que cette substance pouvait être une base salifiable organique, analogue à la morphine. Ces deux derniers entreprirent alors l'analyse des quinquinas, en s'attachant particulièrement à la recherche et à l'é-

tude du principe amer, qu'ils reconnurent consister, dans les quinquinas, en deux bases salifiables organiques : l'une, qui n'est autre que le cinchonin du docteur Gomès, mais purifié comme nous allons dire tout-à-l'heure, se rencontre particulièrement dans le quinquina gris (*cinchona condaminea*); l'autre, qu'ils ont nommé *quinine*, se trouve principalement dans le quinquina jaune, *cinchona cordifolia*. Ces deux bases existent d'ailleurs simultanément dans le quinquina rouge et quelques autres espèces, et peuvent être séparées par l'analyse. MM. Pelletier et Caventou ont cru devoir convertir le nom de cinchonin en celui de cinchonine, parce que la terminaison en *ine* a été adoptée pour toutes les bases végétales.

La cinchonine, extraite par le procédé du docteur Gomès, retient toujours une certaine quantité de matière grasse qui altère ses propriétés. Cette matière grasse a peut-être contribué à faire regarder le cinchonin comme une matière résineuse. Pour avoir la cinchonine pure, il faut la redissoudre dans un acide très-étendu d'eau; on sépare par ce moyen toute la matière grasse; on peut alors précipiter la cinchonine par un alcali, ou mieux encore par la magnésie, et la reprendre par l'alcool.

Un procédé préférable consiste à traiter l'extrait alcoolique de quinquina gris par de l'acide hydro-chlorique faible : l'acide hydro-chlorique dissout la cinchonine et quelques matières colorantes; on décompose alors le sel de cinchonine par de la magnésie en excès; on recueille le précipité magnésien, on le lave, on le fait sécher avec soin et on enlève toute la cinchonine qu'il contient, en le faisant digérer à chaud dans de l'alcool.

La cinchonine est blanche, translucide, cristalline, très-peu soluble dans l'eau : il faut pour la dissoudre 2500 fois son poids d'eau bouillante; la liqueur se trouble par le refroidissement, ce qui prouve qu'elle est encore moins soluble dans l'eau froide. Sa saveur est amère, mais longue à se développer, en raison de son insolubilité; car, dissoute dans un acide, elle est amère et styptique comme une forte décoction de quin-

quina. La cinchonine, exposée à l'action du calorique, ne se fond, ni ne se volatilise. Lorsque l'on augmente la chaleur, elle se décompose en donnant les produits des matières végétales non azotées. Distillée avec de l'oxide de cuivre, dans un appareil convenable, elle ne fournit que de l'eau et de l'acide carbonique. Elle est très-soluble dans l'alcool et très-peu dans l'éther; elle est un peu soluble dans les huiles fixes et volatiles.

La cinchonine ramène au bleu le tournesol rougi par un acide; elle se combine avec tous les acides, et forme, avec la plupart, des combinaisons parfaitement neutres. Le sulfate de cinchonine est très-soluble, cristallise en prismes à quatre faces dont deux plus larges, terminés par une face inclinée; sa saveur est très-amère; il est formé de :

Cinchonine..........................	100
Acide sulfurique....................	13,021

Le poids de la molécule de cinchonine, calculé d'après cette analyse, est de 38,488. Sa capacité pour les acides est donc supérieure à celle de la morphine.

L'hydro-chlorate de cinchonine est plus soluble que le sulfate, cristallise en prismes très-déliés; il est très-soluble dans l'alcool; il est formé de :

Cinchonine..........................	100
Acide hydro-chlorique...............	8,90

Le nitrate de cinchonine est incristallisable par évaporation; il se sépare sous forme de gouttelettes d'apparence oléagineuse.

Les oxalates, tartrates et gallates de cinchonine sont insolubles quand ils sont neutres : on peut les former par double décomposition.

Depuis long-temps on avait remarqué que l'infusion de noix de galle formait un précipité dans les décoctions de bonnes espèces de quinquinas; mais on ne savait pas la cause

de ce phénomène : le précipité est dû au gallate neutre de cinchonine qui se forme dans ce cas.

L'acétate de cinchonine est soluble et cristallise en petites paillettes grenues.

La cinchonine se rencontre dans le quinquina gris, dans le quinquina rouge et dans le quinquina de Carthagène ; elle est combinée à l'acide kinique, le même acide que M. Vauquelin a découvert dans ces écorces, uni à la chaux.

En indiquant les résultats comparés de l'analyse des diverses écorces de quinquina, nous dirons quelles sont les autres substances qui, dans ces écorces, sont associées à la cinchonine.

La cinchonine pure ou combinée à un acide a été employée avec succès dans le traitement des fièvres intermittentes : elle coupe la fièvre à la dose de 15 à 20 grains.

Quinine. — La quinine, découverte, par MM. Pelletier et Caventou, dans le quinquina jaune, *cinchona cordifolia*, joue dans cette écorce le même rôle que la cinchonine dans le quinquina gris.

On peut obtenir la quinine par un procédé analogue à celui mis en usage pour l'extraction de la cinchonine. Dans le cas d'un mélange naturel ou artificiel de ces deux bases, la cristallisation, l'emploi de l'éther, ou la différence de solubilité de quelques-unes de leurs combinaisons salines, pourraient donner des moyens d'opérer leur séparation.

La quinine n'est pas cristallisable ; desséchée et privée d'humidité, elle se présente sous forme de masse poreuse, blanchâtre ; elle est presqu'insoluble dans l'eau : cependant elle a une saveur fortement amère.

La quinine, exposée au feu, ne s'y fond avant de se décomposer que lorsqu'elle retient un peu d'eau. Par sa décomposition à l'aide du calorique, elle donne les produits des matières végétales non azotées, ce qui fait voir que l'azote n'entre pas dans sa composition. La quinine ramène au bleu le tournesol rougi par un acide ; elle convertit, à l'aide de l'eau, l'iode en acide iodique et hydriodique, dont elle se sature ; elle forme enfin, avec les acides, des sels neutres qui diffèrent des sels de

cinchonine par leur aspect et la proportion de leurs élémens.

Le sulfate de quinine est moins soluble, et cependant plus amer que celui de cinchonine; il cristallise en aiguilles nacrées ayant l'aspect de l'amianthe : il est formé de :

Quinine............................	100
Acide sulfurique......................	10,914

D'où il résulte que le poids de la molécule de quinine est de 45,09.

Ces résultats montrent que la capacité de saturation de la quinine est plus faible que celle de la cinchonine, et établissent une différence essentielle entre ces deux bases.

Les autres sels de quinine diffèrent aussi des sels de cinchonine par leur aspect et leur proportion. Nous citerons entre autres l'acétate de quinine, qui cristallise très-facilement en aiguilles longues, larges et nacrées; ces aiguilles se groupent souvent en étoiles et en faisceaux d'une manière agréable; l'acétate de cinchonine ne présente jamais cet aspect.

Les oxalates, tartrates, et gallates de quinine sont insolubles lorsqu'ils sont neutres; ils se dissolvent dans un excès d'acide.

La quinine se rencontre principalement dans le quinquina jaune; on la trouve aussi avec la cinchonine dans le quinquina rouge et dans le quinquina de Carthagène.

La quinine pure, ou combinée aux acides et principalement à l'acide sulfurique, a été employée, par plusieurs médecins, à la place du quinquina. A la dose de 15 à 20 grains, le sulfate de quinine coupe les fièvres intermittentes non compliquées: on réitère la dose pour prévenir les accès. (*Voyez* les Mémoires de MM. Double, Chomel, Magendie.)

Analyse des quinquinas — Nous n'entrerons pas ici dans les détails des méthodes employées par MM. Pelletier et Caventou pour l'analyse des quinquinas; nous nous bornerons à rapporter le résultat de ces analyses.

Le quinquina gris est composé :

1°. De cinchonine unie à l'acide kinique;

2°. De matière grasse verte;

3°. De matière colorante rouge insoluble (rouge cinchonique de Reuss);

4°. De matière colorante rouge soluble, variété de tannin;

5°. De matière colorante jaune;

6°. De quinate de chaux;

7°. De gomme;

8°. D'amidon;

9°. De ligneux.

Le quinquina jaune présente une composition très-analogue : seulement la quinine remplace ici la cinchonine, et il n'existe point de gomme dans ce quinquina.

Le quinquina rouge contient les mêmes principes que les deux précédens, c'est-à-dire qu'on y rencontre à la fois la quinine et la cinchonine en fortes proportions.

Le quinquina de Carthagène offre une composition analogue à celle du quinquina rouge, et contient les deux bases salifiables, mais en plus petite quantité.

Le quinquina de Sainte-Lucie, qui n'est pas un *cinchona*, mais un *exostemma*, ne contient ni quinine ni cinchonine, mais une matière infiniment plus amère, qui, si elle est alcaline, ne jouit de cette propriété qu'à un très-faible degré.

Parmi les différentes substances qui entrent dans la composition des quinquinas, nous ferons remarquer celle que nous avons désignée sous le nom de *rouge cinchonique ;* cette matière, qui, par elle-même, ne précipite pas la gélatine, acquiert cette propriété lorsqu'après avoir été combinée à une base salifiable, on la sépare par le moyen d'un acide. Elle jouit aussi de quelques autres propriétés qui lui sont tout-à-fait particulières.

Caractères chimiques qui distinguent, d'après M. Vauquelin, les meilleures espèces de quinquina. Pour établir ces caractères, M. Vauquelin a fait des infusions de toutes les espèces de quinquina qu'il a pu se procurer, en opérant toujours de la même manière; c'est-à-dire, en employant une même quantité de poudre, même quantité d'eau également chaude, et laissant l'eau et la poudre en contact pendant

le même temps. Il a vu, 1°. que plusieurs de ces infusions étaient précipitées abondamment par la dissolution de noix de galle, par celle de colle et par celle d'émétique; 2°. que quelques-unes l'étaient par la colle sans l'être par la noix de galle et par l'émétique; 3°. que d'autres l'étaient au contraire par la noix de galle et l'émétique, sans l'être par la colle; 4°. qu'il y en avait qui ne l'étaient ni par la noix de galle, ni par le tannin, ni par l'émétique.

Or, les quinquinas qui avaient fourni la première infusion étaient d'excellente qualité; ceux qui avaient fourni la quatrième n'étaient point fébrifuges, et ceux qui avaient fourni la deuxième et la troisième l'étaient, mais, en général, moins que les premiers. De là les trois sections dans lesquelles M. Vauquelin propose de diviser les quinquinas, et de là aussi les moyens qu'il propose pour en déterminer la bonté; observant toutefois qu'une espèce de quinquina que l'infusion de noix de galle précipiterait abondamment serait meilleure qu'une espèce qui serait précipitée par la noix de galle, par la colle et par l'émétique, mais faiblement.

Sur l'Analyse de la morphine.

Le Journal de Pharmacie, tom. VI, pag. 441, contient le résultat de cette analyse par M. Thomson. Cette base est composée, d'après ce chimiste, de 45,28 de carbone, 49,17 d'oxigène et 5,55 d'hydrogène, en poids; ou en volume, de 18 d'hydrogène, 24 de carbone et 10 d'oxigène.

Emétine.

Par suite de nouvelles recherches, M. Pelletier est parvenu à débarrasser l'émétine d'une substance colorante qui lui est étrangère, et d'un acide qui la rendait très-soluble.

Pour obtenir l'émétine pure, il faut modifier le procédé déjà indiqué (1668) : cette modification consiste à substituer au carbonate de magnésie de la magnésie calcinée, en ajoutant assez de cette base, non-seulement pour enlever l'acide libre

qui existe dans la liqueur, mais encore pour s'emparer de celui qui se trouve combiné à l'émétine.

L'émétine mise à nu et rendue moins soluble se précipite et se mêle à l'excès de magnésie ; le précipité magnésien, lavé avec un peu d'eau très-froide qui s'empare de la matière colorante non combinée à la magnésie, doit être desséché avec soin et traité par l'alcool, qui dissout l'émétine. Celle-ci obtenue par l'évaporation de l'alcool, doit être redissoute dans un acide étendu et traitée par le charbon animal purifié ; après cette opération destinée à la blanchir, on la précipite par une base salifiable.

Les eaux de lavage du précipité magnésien ne doivent pas être rejetées ; elles retiennent encore de l'émétine qu'on peut obtenir par une autre série d'opérations. L'émétine ainsi obtenue jouit des propriétés suivantes : elle est blanche, pulvérulente, inaltérable à l'air ; sa saveur est un peu amère et désagréable ; elle est peu soluble dans l'eau froide ; l'eau bouillante en dissout davantage ; elle est très-fusible ; son degré de fusion est entre le 45e et le 48e degré du thermomètre centigrade. Soumise à l'action du feu, elle fournit les produits des substances végétales non azotées ; elle est très-soluble dans l'alcool, insoluble dans l'éther : l'éther même la précipite de ses dissolutions alcooliques ; elle est insoluble dans les huiles.

Le tournesol rougi par un acide reprend sa couleur bleue par le contact de l'émétine. Cette substance se dissout dans tous les acides, en les neutralisant ; mais ces dissolutions ne donnent pas de cristaux, et se prennent en masses gommeuses par l'évaporation. Quelques sels d'émétine préparés avec excès d'acide semblent cependant pouvoir cristalliser, mais ne donnent encore que des ébauches de cristaux.

Pour unir l'émétine à l'acide nitrique, il faut que cet acide soit très-étendu d'eau : l'acide concentré l'attaque, la décompose, la change en une matière résineuse jaune orangée, et enfin en acide oxalique.

L'acide gallique et l'infusion de noix de galle forment dans les solutions d'émétine des précipités blancs et très-abondans :

en cela l'émétine se rapproche de la quinine et de la cinchonine; mais elle n'est pas précipitée par les oxalates ni les tartrates alcalins.

Le sous-acétate de plomb, qui produit un précipité très-abondant lorsqu'on le verse dans une solution d'émétine colorée, n'a aucune action sur les sels d'émétine pure: par conséquent, l'acétate n'agit sur l'émétine colorée qu'en vertu de la matière colorante étrangère, avec laquelle l'oxide de plomb peut se combiner en entraînant un peu d'émétine même.

L'émétine pure est plus active que l'émétine du Codex, dans le rapport de 3 à 1, selon M. Magendie. On ne doit donc l'employer qu'avec prudence; mais les effets sont plus constans. Dans le cas d'empoisonnement par une trop forte dose d'émétine, la noix de galle serait le meilleur antidote. (*Note inédite.*)

Du Principe doux des Huiles (*a*).

Schéele a observé le premier que toutes les fois que l'on traitait les huiles grasses ou les graisses par la litharge, à l'aide de la chaleur, et qu'on employait l'eau comme intermède, celle-ci, après l'opération, contenait une matière douce, à laquelle il a cru devoir donner le nom de *principe doux* des huiles.

Ce corps est un liquide transparent, sans couleur, et d'une consistance sirupeuse; sa saveur est très-douce; il est sans odeur; sa pesanteur spécifique est plus considérable que celle de l'eau. Lorsqu'on le soumet à l'action du feu dans une cornue, il se vaporise et se décompose en partie; exposé à l'air, il en attire l'humidité; en le projetant sur des charbons ardens, il s'enflamme presqu'à la manière des huiles; l'eau se combine avec lui en toutes proportions; l'acide nitrique le convertit en acide oxalique (1283), et, suivant M. Vogel, l'acide sulfurique le transforme en sucre, de même que l'amidon. (*Bulletin*

(*a*) Cet article a été oublié; il devait faire partie du troisième volume.

de Pharmacie, tom. IV, pag. 255.) Il est susceptible de dissoudre une petite quantité d'oxide de plomb; le ferment ne l'altère en aucune manière; enfin l'acétate de plomb ne trouble point sa dissolution.

Rien de plus facile que sa préparation : il faut prendre parties égales d'huile d'olives et de litharge bien pulvérisée, mettre le tout dans une bassine avec un peu d'eau, placer la bassine sur un feu modéré, agiter constamment le mélange avec une spatule, ayant soin d'ajouter de l'eau chaude à mesure qu'elle s'évapore, faire chauffer le mélange jusqu'à ce que l'huile et la litharge se soient combinées et aient pris la consistance d'emplâtre; alors on ajoute une nouvelle quantité d'eau, on ôte la bassine de dessus le feu, on décante la liqueur, on la filtre; puis, après y avoir fait passer du gaz hydrogène sulfuré pour en séparer le plomb, on la filtre de nouveau, et on l'évapore jusqu'en consistance de sirop. Ce sirop est le principe doux le plus pur que l'on ait pu obtenir.

Le principe doux est-il tout formé, ou n'est-il pas un produit de l'action de la litharge sur l'huile? Cette dernière opinion, qui avait acquis un grand degré de vraisemblance par les expériences de M. Fremy, a été mise hors de doute par M. Chevreul. (Voyez l'*Histoire des huiles grasses*.)

Le principe doux vient d'être analysé par M. Chevreul. (*Voy.* le Tableau, vol. IV, pag. 221.)

Sur l'Analyse du Camphre.

M. Thomson regarde le camphre comme composé de 73,8 de carbone, 11,8 d'oxigène, 14,4 d'hydrogène. (*Journal de Pharmacie*, tom. VI, pag. 387). Nous ferons observer que ces résultats ne s'accordent point avec ceux de M. de Saussure, que nous avons rapportés vol. III, pag. 302.

Sur la Conversion de la fécule en Alcool.

M. Mathieu de Dombasle, de Nancy, a adressé à M. Gay-Lussac une lettre qui a pour objet de faire voir que la fécule peut être convertie en alcool par la fermentation. (*Ann. de Chim. et de Physiq.*, tom. XIII, p. 284.) Déjà le même phénomène avait été observé par plusieurs chimistes, et notamment par M. Clément et M. Saussure : aussi est-il regardé comme bien constaté.

Sur la Cause des Odeurs.

L'odeur émanée d'un corps est généralement attribuée à une portion de ce corps même qui se réduit en vapeur. M. Robiquet, par suite d'expériences publiées dans les *Annales de Chimie et de Physique* (tom. XV, p. 27.), pense que, dans beaucoup de cas, elle est due, non au corps seul, mais à un gaz ou une vapeur résultant de sa combinaison avec un véhicule approprié et capable de se répandre dans l'espace.

Sur l'Analyse de l'Indigo.

On trouve, dans le *Journal de Pharmacie* (tom. VI, pag. 523), la traduction d'un Mémoire de M. Thomson sur cette analyse. Il y est dit que l'indigo serait composé de 46,154 d'oxigène, 40,384 de carbone, 13,462 d'azote, ou bien de 7 atomes de carbone, 6 d'oxigène, 1 d'azote; et que l'indigo qu'on fait passer au jaune par les corps désoxigénans ne diffère de celui qui est bleu qu'en ce qu'il contient un atome, en moins, d'oxigène. Nous ne pouvons pas contester l'exactitude de cette analyse, puisque nous ne l'avons pas répétée; mais il nous semble fort remarquable que M. Thomson n'ait pas trouvé d'hydrogène dans l'indigo.

Sur les Altérations de l'air dans la respiration.

Les contradictions qui existent entre les résultats des expériences qui ont été faites sur ce sujet, ont engagé M. Edwards à le reprendre : il a communiqué ses recherches à l'Académie des Sciences. Voici l'extrait de son Mémoire.

Dans les premiers temps où l'on s'est occupé de semblables recherches, l'imperfection des méthodes eudiométriques pouvait influer sur les résultats ; mais aujourd'hui qu'elles sont d'une grande précision, et que la même divergence d'opinion existe encore, il est présumable qu'elle se rapporte plutôt à la nature même de la respiration qu'à celle des méthodes suivies pour en constater les effets.

L'étude que M. Edwards avait faite précédemment des animaux à sang froid, lui avait fait apprécier des changemens notables de leur constitution sous l'influence des saisons. Il a pensé que les animaux à sang chaud pouvaient aussi être modifiés par la même cause : c'est ce qui l'a guidé dans son travail sur la respiration.

L'appareil dont il s'est servi est un ballon de verre avec une ouverture à laquelle est soudé un tube du plus petit diamètre, compatible avec le volume de l'animal. L'appareil est préalablement jaugé ; le tube porte une double graduation, dont chaque degré équivaut à moins d'un six centième de l'air employé. L'air, avant l'expérience, est saturé d'humidité pour qu'il ne change pas de volume par les vapeurs exhalées par l'animal. Pour prendre la température de l'air qui a été respiré, on attend qu'il soit au même degré que l'air ambiant.

L'appareil est placé sur le mercure ; l'animal est introduit sur un treillage de fil de fer soutenu par une tige, et l'on voit, pendant l'expérience, que le volume de l'air diminue. Lorsqu'on en fait l'analyse, on trouve que la somme de l'acide carbonique formé et de l'oxigène qui reste est moindre que la quantité d'oxigène qui existait dans l'air avant l'expérience ; il s'ensuit que l'animal a absorbé de l'oxigène, soit à l'état

d'oxigène pur, soit à l'état d'acide carbonique : car, lorsqu'un animal est placé dans une quantité limitée d'air, l'acide carbonique qu'il forme par la respiration se mêle à l'air de l'appareil, et les résultats de l'analyse seront les mêmes, soit qu'il absorbe l'acide carbonique mêlé à l'air, soit qu'il absorbe directement l'oxigène.

M. Edwards a déterminé, par divers procédés, que c'était l'oxigène de l'air, et non l'acide carbonique, qui est absorbé. Ces expériences ont été faites sur diverses espèces d'oiseaux, de mammifères et de reptiles. La proportion d'oxigène absorbé varie suivant les individus et les espèces : dans les conditions les plus favorables, elle peut égaler le tiers de l'acide carbonique formé.

M. Edwards a étudié l'influence des saisons sur ce phénomène : l'absorption d'oxigène est plus grande en été qu'en hiver; et, dans cette dernière saison, elle est quelquefois très-petite.

L'influence des saisons est encore plus marquée sur les altérations de l'air relatives à l'azote.

M. Edwards a constaté, par de nombreuses expériences, qu'il y avait ordinairement de l'azote absorbé en hiver, mais qu'il n'en était pas de même en été : à cette époque, au contraire, il y a de l'azote exhalé. Il a observé cet effet sur des mammifères, des oiseaux et des reptiles. En suivant ces recherches dans le cours de l'année, il a reconnu que l'absorption et l'exhalation commencent à être sensibles, la première en automne, et la deuxième au printemps.

Sur l'Analyse du Picromel.

M. Thomson a trouvé que le picromel était composé de 54,53 de carbone, 43,65 d'oxigène, 1,82 d'hydrogène. (*Journal de Pharmacie*, tom. VI, pag. 535.)

Sur les Urines.

Suivant M. Proust, l'urine contiendrait, outre les substances que l'on y a admises jusqu'à présent, du soufre, de l'acide carbonique, de la résine et une substance noire particulière.

On reconnaît la présence du soufre en faisant chauffer l'urine dans une bassine d'argent : celle-ci noircit et sa surface se convertit en un sulfure d'argent qui s'en sépare en écailles.

L'acide carbonique s'obtient en faisant passer sous une cloche l'écume blanche et volumineuse qui recouvre l'urine au moment où elle commence à bouillir.

On se procure la résine en versant de l'acide sulfurique ou hydro-chlorique sur de l'extrait d'urine ; cette matière se précipite sous l'apparence d'une huile noire et épaisse. On la purifie en la lavant à l'eau chaude. Cette substance purifiée a une couleur fauve, l'odeur et la saveur amère des urines; elle est très-soluble dans les alcalis; sa dissolution dans l'alcool ne blanchit presque point par l'eau. Elle donne, à la distillation, un peu d'eau, une huile épaisse et abondante, accompagnée d'une légère odeur ammoniacale, et laisse 0,46 de résidu charbonneux.

M. Proust regarde cette résine comme le principe colorant et odorant des urines.

La substance noire s'obtient en lavant à grande eau la résine; ces lavages en séparent la matière noire sous forme de poussière. Ses propriétés sont les suivantes :

Elle est insoluble dans l'eau et dans l'alcool; la potasse la dissout très-promptement, sans dégagement d'ammoniaque; les acides l'en précipitent sous la forme d'un caillé noir qui, séché, ressemble à de l'asphalte concassé. Elle donne à la distillation de l'eau, très-peu d'ammoniaque, un peu d'huile et 0,65 de charbon. (*Ann. de Chim. et de Phys.*, tom. XIV, pag. 257.)

Sédiment rouge de l'urine.

Le docteur Prout, en examinant les sédimens rouges de l'urine, les trouva formés, ou d'urate d'ammoniaque, ou d'urate de soude, mêlés à plus ou moins de phosphate ; il y rencontra aussi une petite quantité de purpurate de soude ou d'ammoniaque; il assure même en avoir retiré de l'acide nitrique. Suivant lui, leur couleur serait toujours due aux purpurates et

non à l'acide rosacique que d'autres chimistes y ont admis. (*Ann. de Chim. et de Phys.*, tom. XIV, pag. 442.)

Sur les Calculs urinaires de l'homme.

M. Lindbergson a trouvé l'urate de soude au nombre des matières qui entrent dans la composition de ces sortes de calculs. (*Ann. de Chim. et de Phys.*, tom. XIV, pag 192.) Sans doute que cet urate est avec excès d'acide.

Sur la Matière grasse contenue dans l'ambre gris.

Cette matière, qui constitue la presque totalité de l'ambre, se rapproche beaucoup de la cholestérine. Cependant MM. Pelletier et Caventou pensent, avec MM. Rose et Bucholz, qu'elle doit être regardée comme une matière particulière, et proposent, en conséquence, de lui donner le nom d'*ambréine*.

L'ambréine s'obtient, sous forme de houppes blanches et déliées, en traitant l'ambre gris à chaud par de l'alcool d'une densité de 0,827, filtrant la liqueur et l'abandonnant à elle-même.

De même que la cholestérine, elle ne se saponifie pas dans son contact avec les alcalis; elle s'en distingue par ses propriétés physiques, par sa fusion, qui a lieu à 30°, et par l'acide particulier qu'elle forme quand on la fait bouillir avec l'acide nitrique. (*Journ. de Pharm.*, tom. VI, pag. 49.)

Sur diverses Observations de M. Doebereiner.

Ces observations ont pour objet l'analyse de l'acide urique, celle de l'éther, l'existence de l'alcool dans l'acide pyro-acétique provenant de la distillation du bois de bouleau, et enfin la formation du sucre, en comprimant de l'acide carbonique et de l'hydrogène carboné dans un milieu contenant du charbon. Ce dernier résultat, s'il était constant, serait bien digne de remarque. (*Journal de Pharm.*, tom. VI, p. 413; ou *Annales générales des Sciences physiques*, tom. IV, cahier XI.)

Sur les corps gras, les acides gras, les margarates et oléates de potasse et de soude.

Au nombre des matières grasses d'espèce particulière, que nous avons examinées (vol. III, pag. 621), il faut ajouter, suivant M. Chevreul, la substance non acide qu'on obtient en traitant la cétine par la potasse, et, suivant MM. Pelletier et Caventou, l'*ambréine*.

L'huile de beurre, dans son contact avec les alcalis, produit deux acides volatils : l'un dont l'odeur est semblable à celle du beurre même, et l'autre dont l'odeur est analogue à celle du bouc.

Tous les acides gras découverts par M. Chevreul sont de véritables hydrates. Dans l'acide margarique et l'acide oléique, la quantité d'oxigène de l'eau fait le tiers de la quantité de celui de l'acide.

Quelques erreurs ont été commises (vol. III, pag. 572) en parlant de l'action de l'eau sur le margarate de potasse et le margarate de soude; voici ce qu'il faut lire. Tous les sur-margarates sont insolubles dans l'eau. Le margarate neutre de potasse mêlé avec trois à quatre fois son poids d'eau, se gonfle et produit un hydrate gélatineux. Lorsque la quantité d'eau est très-grande, il se décompose et se transforme en potasse qui se dissout, et en sur-margarate qui se précipite. Si, au lieu d'eau à la température ordinaire, on emploie de l'eau bouillante, le margarate se dissout, même dans le cas où la quantité d'eau n'est pas grande. D'ailleurs, par le refroidissement, les phénomènes dont nous venons de parler se manifestent. L'eau froide ne produit un hydrate gélatineux que dans l'espace de beaucoup de temps avec le margarate neutre de soude. L'eau bouillante dissout ce margarate; et lorsqu'elle est en grande quantité et qu'on la laisse refroidir, elle laisse déposer du sur-margarate : cependant, outre l'alcali, il reste de l'acide margarique dans la liqueur.

Que l'on dissolve du sur-oléate ou du sur-margarate de po-

tasse dans l'alcool d'une pesanteur spécifique de 0,822; que l'on verse un peu de teinture de tournesol dans la dissolution, et tout-à-coup la couleur passera du bleu au rouge; mais elle repassera du rouge au bleu par une addition convenable d'eau : c'est que dans le premier cas, l'excès d'acide du sel s'emparera de l'alcali du tournesol, et que, dans le second, le sel neutre qui se sera produit, se transformera en sur-sel qui se précipitera, et en alcali qui rentrera en combinaison avec la matière colorante (Chevreul).

Recherches de M. Berzelius sur la composition des prussiates ou hydro-cyanates ferrugineux.

M. Berzelius vient de faire un grand travail sur ces sels; son mémoire se trouve imprimé dans les Annales de Chimie et de Physique, tome xv, pages 144 et 225. Nous en donnerons un court extrait, en engageant nos lecteurs à consulter le mémoire original, qui est plein de faits intéressans.

Acide hydro-cyanique ferruré. L'acide que nous avons appelé ainsi (vol. III, pag. 598) est, comme on sait, celui que d'autres chimistes ont nommé *acide prussique ferruginé*, et que M. Porrett a désigné sous le nom d'*acide chiazique ferruré*. Nous avons dit que cet acide pouvait être regardé, ou comme une combinaison d'acide hydro-cyanique et de cyanure de fer, ou d'acide hydro-cyanique et de protoxide de fer, ajoutant toutefois que la première de ces deux compositions nous paraissait la plus probable. M. Berzelius trouve que c'est, au contraire, la seconde qui doit être considérée comme vraie; il regarde en conséquence l'acide hydro-cyanique ou acide prussique ferruré, comme un hydro-cyanate ou un prussiate de protoxide de fer avec excès d'acide. D'après ses expériences, le protoxide est combiné dans ce sur-sel avec trois fois autant d'acide que dans le sel neutre (*Ann. de Chim. et de Ph.*, t. xv., pag. 241).

Sels résultant de la combinaison de l'acide précédent avec les bases salifiables. Ce sont ces sels que nous avons décrits sous les noms d'hydro-cyanates ferrurés (1833), et qu'on

appelle aussi quelquefois *hydro-cyanates ou prussiates ferrugineux* ou *ferruginés*. M. Berzelius les regarde comme des sels doubles, provenant de la combinaison de l'hydro-cyanate de protoxide de fer avec chacun des autres hydro-cyanates, et composés de telle manière, que le protoxide ferrugineux contient précisément la moitié de la quantité d'oxigène de l'autre oxide. Plusieurs de ces sels se transforment par la dessiccation en cyanures doubles, de sorte qu'alors l'hydrogène de l'acide se combine avec l'oxigène des oxides et fait de l'eau, tout comme cela arrive avec les hydro-chlorates : tels sont particulièrement les hydro-cyanates de potasse, de baryte, de chaux, de plomb, etc. A cette occasion, l'auteur examine la question de savoir si les trois premiers de ces quatre hydro-cyanates ne devraient pas être considérés comme des cyanures; il trouve que, sous forme de cristaux, ils abandonnent précisément, lorsqu'on vient à les dessécher, une quantité d'eau correspondante à l'existence des hydro-cyanates, mais que cette eau peut se vaporiser toute entière en plaçant le sel dans le vide, à la température de 13°, et employant l'acide sulfurique comme absorbant. Or, il lui semble que, si le premier résultat est en faveur des hydro-cyanates, il n'en est point de même du second : aussi l'auteur pense-t-il de préférence que ces sels cristallisés sont des cyanures doubles hydratés. (*Ann. de Chim. et de Ph.*, t. xv, page 151.)

Hydro-cyanate de fer et d'ammoniaque. Cet hydro-cyanate ne saurait être converti en cyanure par la dessiccation. Soumis à la distillation, il donne de l'hydro-cyanate d'ammoniaque et un peu d'eau, due à ce que l'hydro-cyanate de protoxide de fer passe à l'état de cyanure; ce cyanure se décompose ensuite, et se transforme en azote qui se dégage, et en carbure de fer formé de quatre atomes de carbone et d'un atome de fer. On observe que le carbure ainsi produit prend feu lorsqu'on le chauffe au rouge, et paraît brûler comme dans le gaz oxigène, quoiqu'il ne soit entouré que d'azote et qu'il n'éprouve aucune altération. Ce phénomène, qui dépend d'un plus grand rapprochement entre les élémens, est analogue à celui que nous

offrent l'oxide de chrôme, l'oxide de fer, la zircône, etc., placés dans les mêmes circonstances; il se remarque également dans le résidu de la distillation de presque tous les hydro-cyanates ferrugineux métalliques. (*Ann. de Chim. et de Ph.*, t. xv, pag. 225.)

Bleu de Prusse. Le bleu de Prusse est un véritable hydro-cyanate de protoxide et de tritoxide de fer (*a*). M. Berzelius en admet deux espèces : l'une se prépare en versant dans une dissolution neutre d'hydro-chlorate de tritoxide de fer, une dissolution neutre elle-même d'hydro-cyanate de potasse et de fer; l'autre s'obtient aussi de la même manière : seulement il faut, au lieu d'hydro-chlorate de tritoxide, employer un hydro-chlorate ou un sulfate de protoxide, mettre ensuite le précipité blanc qui se forme en contact avec l'air, jusqu'à ce qu'il devienne bleu, puis le laver convenablement. Le premier hydro-cyanate obtenu est neutre, et est composé, comme tous les sels du genre, d'une telle quantité d'hydro-cyanate de protoxide et d'hydro-cyanate de tritoxide, que la quantité d'oxigène contenue dans le tritoxide est double de celle du protoxide, et que conséquemment il en est de même des quantités d'acides. Sa composition peut être exprimée encore en disant qu'il contient 3 atomes d'hydro-cyanate de protoxide et 4 atomes d'hydro-cyanate de tritoxide. Quant à l'hydro-cyanate bleu provenant de l'action de l'air sur celui qui est blanc, il est avec excès d'oxide, et paraît être formé d'un atome d'hydro-cyanate de protoxide et de 2 atomes de sous-hydro-cyanate de tritoxide. M. Berzelius a fait, en outre, sur le lavage et la solubilité du sous-hydro-cyanate, des observations qui peuvent être d'une réelle utilité dans les arts. Est-il besoin d'ajouter ici que, d'après ce qui précède, le bleu de Prusse du commerce doit être avec excès de base? (*Annales de Chimie et de Physique*, tom. xv, p. 230.)

(*a*) M. Berzelius, regardant le tritoxide de fer comme un deutoxide vol. II, pag. 91), désigne le bleu de Prusse sous le nom d'*hydro-cyanate de protoxide et de deutoxide de fer*.

Décomposition, par le feu, des sels désignés sous le nom d'hydro-cyanates ou prussiates ferrugineux ou ferrurés. — Ceux de ces composés qui sont véritablement des hydro-cyanates, tels que le bleu de Prusse, donnent, lorsqu'on les distille, de l'eau, de l'hydro-cyanate d'ammoniaque, du carbonate d'ammoniaque, etc.; mais ceux qui ne sont qu'à l'état de cyanures ne peuvent produire ni eau ni sels ammoniacaux. Nous citerons les conséquences que M. Berzelius a tirées de ses expériences. 1°. Les cyanures des métaux alcalins conservent leur cyanogène à une température très-élevée; mais le cyanure de fer, combiné avec eux, se décompose, donne du gaz azote et du quadri-carbure de fer. 2°. Les cyanures des autres métaux non réductibles se décomposent par une température élevée. Lorsqu'ils peuvent être entièrement privés d'eau, ils laissent dégager du gaz azote, comme le cyanure de fer, et se transforment en un quadri-carbure double. 3°. Enfin, les cyanures des métaux réductibles abandonnent, en général, leur cyanogène, sans retenir de carbone : toutefois il est probable qu'à une température plus élevée, quelques-uns d'entre eux peuvent partager le carbone avec le carbure de fer. Il paraît même que quelques-uns peuvent aussi retenir directement un peu de carbone : voilà ce qui a lieu, par exemple, avec le cyanure de mercure : il retient toujours un peu de charbon, et telle est la cause pour laquelle, d'une part, le résidu est noir, et, de l'autre, le cyanogène est toujours mêlé à un peu d'azote. (*Annales de Chimie et de Physique*, tom. xv, p. 243.)

Combinaison de l'acide sulfurique avec les cyanures ou les hydro-cyanates ferrugineux. — Tous les cyanures et hydro-cyanates doubles ferrurés se combinent avec l'acide sulfurique concentré, sans éprouver de décomposition. La plupart s'y dissolvent même plus ou moins; et l'on remarque que la dissolution, exposée à l'air, en attire l'humidité, et laisse déposer le nouveau composé, tantôt sous forme cristalline, tantôt en poudre. Ces composés d'acide et de cyanures ou d'hydro-cyanates possèdent des propriétés particulières : par exemple, le bleu de Prusse, en contractant une combinaison analogue,

devient blanc; l'hydro-cyanate de fer et de cuivre perd sa couleur brune pour en prendre une d'un blanc tirant sur le jaune-verdâtre, etc., etc. (*Annales de Chimie et de Physique*, tom. xv, p. 253.)

M. Berzelius termine sa dissertation par des observations sur la préparation des cyanures alcalins provenant de l'action du bleu de Prusse sur les alcalis. Nous ne les rapporterons point; nous renverrons nos lecteurs au Mémoire même de l'auteur, tant pour cet objet que pour la connaissance des diverses expériences que nous n'avons pu décrire.

DESCRIPTION,

PAR ORDRE ALPHABÉTIQUE,

Des Ustensiles, et en général de tous les agens mécaniques que l'on doit se procurer dans un laboratoire de chimie, accompagnée de leurs usages et de la manière de s'en servir.

ALAMBIC. — Vase de cuivre ou de verre dont on se sert pour distiller les liquides et les substances volatiles contenus dans quelques solides. Les alambics de cuivre sont presque les seuls employés.

Planche première, fig. 1, 2, 3, pièces qui composent les alambics de cuivre.

Fig. 1re. *A*, espèce de chaudière en cuivre étamé, appelée *cucurbite*, destinée à contenir les matières à distiller.

E, ouverture ou tubulure latérale servant à introduire les liquides dans la cucurbite *A*.

FF, rebord de la cucurbite.

GG et *CC*, anses et gorge de la cucurbite.

Fig. 2. *P*, couvercle creux en étain appelé *chapiteau*, portant latéralement un tuyau conique *gg*, légèrement incliné, qui reçoit le nom de *bec*.

bb, partie inférieure du chapiteau, s'emboîtant dans la gorge *CC* de la cucurbite.

ee, *ff*, portion du chapiteau, creuse extérieurement, que l'on remplit d'un corps peu conducteur du calorique, par exemple de charbon pilé, pour empêcher que les vapeurs ne se condensent dans cette partie, et ne retombent dans la cucurbite.

I, ouverture servant à introduire les liquides dans l'intérieur de l'alambic lorsqu'on distille au bain-marie.

H, anse du chapiteau.

Fig. 3. Serpentin composé d'un seau en cuivre étamé *SS*, et d'un tuyau $C\,C'\,C''$ en étain, contourné en spirale, et fixé dans le seau *SS* au moyen de trois montans en cuivre étamé *MM*, etc.

C, extrémité du tuyau $C\,C'\,C''$, s'adaptant au bec *gg* du chapiteau *P*.

d, robinet servant à vider l'eau contenue dans le seau *SS*.

LL, anses du serpentin.

Lorsqu'on veut se servir de l'alambic pour distiller un liquide, par exemple de l'eau, on dispose la cucurbite *A*, *fig.* 1re, dans un fourneau à cheminée latérale, de telle sorte qu'elle y soit enfoncée jusqu'à son rebord *FF*; on la remplit environ jusqu'aux trois quarts d'eau ordinaire, et on y ajuste le chapiteau *P*, *fig.* 2; ensuite on fait rendre le bec *gg* du chapiteau dans l'extrémité supérieure *C* du tuyau $C\,C'\,C''$ du serpentin, *fig.* 3, et l'on reçoit l'extrémité C'' du même tuyau dans un récipient de verre, de porcelaine ou de grès, destiné à contenir l'eau distillée.

L'appareil étant ainsi disposé, on ferme avec un bouchon de liége les ouvertures *E* de la cucurbite et *I* du chapiteau; on remplit d'eau froide le seau *SS* du serpentin, et l'on fait du feu sous la cucurbite: l'eau ne tarde point à entrer en ébullition; les vapeurs aqueuses se rendent d'abord dans le bec *gg* du chapiteau, et de là dans le tuyau $C\,C'\,C''$, où elles se condensent par l'effet de l'eau froide contenue dans le serpentin; l'eau condensée vient se rassembler dans le récipient destiné à la recevoir, tandis que les matières fixes restent au fond de la cucurbite *A*.

Il est essentiel d'entretenir l'eau du serpentin constamment froide pendant l'opération, pour condenser entièrement les vapeurs. L'on doit aussi, après s'être servi quelque temps d'un alambic, avoir l'attention d'enlever le dépôt qui s'est formé au fond de la cucurbite: autrement celle-ci ne tarderait point à se trouer.

La distillation des substances que l'on ne doit soumettre qu'à un degré de chaleur inférieur à celui de l'eau bouil-

lante, et en général la distillation des liquides très-volatils, s'opèrent souvent au moyen de l'alambic précédent, auquel on adapte un vase cylindrique d'étain, *fig.* 4, portant deux anses *C C*, et qu'on nomme *bain-marie.* On dispose à cet effet dans un fourneau, comme nous venons de le dire, la cucurbite *A*, *fig.* 1re; on y fait entrer jusqu'à son rebord *E E* le bain-marie, *fig.* 4, contenant la matière à distiller; on recouvre ce bain-marie du chapiteau *P*, auquel on adapte le serpentin, et on met de l'eau dans la cucurbite par l'ouverture *E* : on opère, du reste, à la manière ordinaire. Il faut avoir soin de remettre de l'eau dans la cucurbite à mesure qu'elle s'évapore, et ne point fermer entièrement l'ouverture *E*, afin de laisser une issue à la vapeur.

La forme de l'alambic de cuivre que l'on vient de décrire diffère beaucoup de celle des anciens alambics : dans ceux-ci le chapiteau était conique, entouré d'un réservoir d'eau froide, et terminé inférieurement par une gouttière qui recevait le liquide condensé, lequel se rendait, au moyen d'un bec, dans le serpentin, et de là dans le récipient.

Cette forme était, comme l'on voit, très-vicieuse, parce qu'une partie de l'eau condensée dans la partie supérieure du chapiteau retombait dans la cucurbite, et occasionait une perte considérable de temps et de combustible : aujourd'hui ces sortes d'alambics ne sont presque plus employés.

Alambic de verre.—Les alambics de verre diffèrent beaucoup, par la forme, des alambics de cuivre; ils sont formés de deux parties, de la cucurbite *A* et du chapiteau *C*, lequel est terminé par une rigole *D D*, qui se rend dans un bec *E*, *pl.* 1, *fig.* 5. Tantôt le chapiteau et la cucurbite sont d'une seule pièce : dans ce cas, le chapiteau porte une ouverture *H*, par laquelle on introduit la substance à distiller, et que l'on bouche ensuite; tantôt ils sont de deux pièces : alors le chapiteau *C* ne porte point d'ouverture supérieure, et s'adapte à la cucurbite. (Voy. *fig.* 6.)

Les alambics de verre s'emploient ordinairement au bain de sable. Le liquide porté au degré de l'ébullition dans la cucurbite *A*, *fig.* 5 et 6, vient se condenser contre les parois du chapiteau *C*, se rassemble dans la rigole *D D*

qui le termine, et de là se rend, par le bec *E*, dans un récipient.

Alonge. — Espèce de cône tronqué, renflé vers sa partie moyenne, *pl.* 1, *fig.* 7. On l'emploie pour éloigner le récipient du feu. Pour cela, on adapte l'extrémité *A* de l'alonge au col du vase distillatoire, et on fait rendre l'extrémité *B* dans le récipient (Voy. *pl.* 27, *fig.* 1). Les alonges de verre sont celles dont on fait le plus d'usage; on emploie rarement des alonges de grès ou de cuivre. Quelquefois l'alonge est recourbée à son extrémité, *fig.* 8.

Bain de sable. — Vase en fer, en fonte ou en terre, en partie rempli de sable. On s'en sert, dans quelques circonstances, pour garantir les vases de verre de l'action immédiate du feu, ou bien pour leur servir de support. A cet effet, on place le bain de sable sur un fourneau, et on dispose les vases dans ce bain de manière qu'ils soient entourés de sable jusqu'à une certaine hauteur. Autrefois on faisait un fréquent usage du bain de sable; aujourd'hui, on ne l'emploie que rarement. Presque toutes les opérations que l'on faisait au bain de sable se font à feu nu, c'est-à-dire, en exposant directement le vase à l'action du feu.

Bain-marie. — La description en a été donnée article *Alambic*.

Balance. — On doit avoir dans un laboratoire deux ou trois balances communes assorties, la première pouvant peser seulement 30 à 40 grammes, la deuxième 1 ou 2 hectogrammes, et la troisième jusqu'à 7 ou 8 kilogrammes : il suffit que cette dernière soit sensible à 4 ou 5 décigrammes; mais la première doit l'être au moins à 1 centigramme. On doit avoir, en outre, une balance spécialement destinée aux expériences de recherches, et sensible à 1 et même à un demi-milligramme; il faut qu'elle puisse peser jusqu'à 1 kilogramme. Cette balance doit être enfermée dans une cage de verre où elle repose sur un fond en bois. La face antérieure de cette cage s'élève dans une coulisse où des ressorts d'acier la tiennent en suspension à toutes les hauteurs où on veut la fixer. Outre les usages ordinaires, cette balance sert encore à peser les corps dans l'eau distillée, pour déterminer leur pesanteur spécifique :

c'est pourquoi on lui donne le nom de *balance hydro-statique*. Les corps qu'on veut peser de cette manière sont suspendus à un fil qui passe par un trou pratiqué dans le fond de la cage, au-dessous d'un des bassins de la balance. Ce bassin est muni d'un crochet où l'on attache le fil.

L'on doit tenir ces diverses balances, et surtout la dernière, éloignées le plus possible des vapeurs acides et de l'humidité, pour les conserver.

Ballon. — Vase de verre rond, dont le col est court et cylindrique, *pl.* 2, *fig.* 1. Quelquefois, outre l'ouverture ordinaire du ballon, on y pratique d'autres ouvertures qu'on appelle *tubulures* (Voyez, *fig.* 2 et 3, des ballons à une et à deux tubulures). Leur grandeur varie depuis un demi-litre jusqu'à 16 et 18 litres.

Les ballons sont employés pour la préparation de plusieurs gaz; ils servent de récipiens dans les distillations, etc.

Ballon à robinet. — *Pl.* 2, *fig.* 4. Ce ballon n'est autre chose qu'un ballon ordinaire dont le col est muni d'une virole *bb*, sur laquelle se visse la tige creuse *ee* du robinet *c*. On se sert principalement de ce ballon pour peser les gaz. (*Voyez* 1er vol., p. 210.)

Baromètre. — Instrument dont on se sert pour mesurer la pression de l'atmosphère. Celui qu'on emploie pour les usages ordinaires se construit de la manière suivante : on prend un tube de verre ou de cristal d'environ 0m,90 de hauteur, et de 0m,008 au moins de diamètre intérieur; on le ferme à la lampe par l'une de ses extrémités, et l'on donne à l'autre la forme de la taille d'une plume à écrire ou d'une cuiller; on chasse l'humidité qu'il pourrait contenir, en le chauffant et renouvelant l'air au moyen d'un soufflet adapté à un tube de verre plongeant dans son intérieur; le tube étant bien sec, on le remplit de mercure pur à l'aide d'un petit entonnoir, et on y fait bouillir le mercure : pour cela on l'incline légèrement, et on tient l'extrémité fermée au-dessus d'un fourneau contenant quelques charbons allumés; on le tourne en différens sens, afin d'exposer tous les points de sa surface à l'action du feu.

Le mercure contenu dans cette partie du tube ne tarde point à bouillir; on chauffe alors, et on porte successi-

vement au degré de l'ébullition les portions de mercure qui se trouvent immédiatement au-dessus de celles qui ont déjà bouilli, et l'on continue ainsi à chauffer jusqu'à ce que l'on soit arrivé à l'extrémité supérieure, en ayant soin de placer au-dessous de cette extrémité un vase pour recevoir le mercure que l'ébullition fait sortir du tube.

Lorsque l'on a fait bouillir tout le mercure, on achève de remplir le tube avec du mercure bouilli d'avance; d'une autre part, on remplit presqu'en totalité, de mercure également bouilli, un réservoir ou cuvette de verre dont l'ouverture est étroite et la partie moyenne très-large. On incline l'extrémité ouverte du tube vers la cuvette, et on l'introduit promptement dans cette cuvette pour qu'il ne se glisse point de bulles d'air dans le tube.

On fixe alors le tube et la cuvette sur une planche placée verticalement et divisée en centimètres. Pour opérer cette division, on prend pour point de départ le niveau du mercure dans la cuvette, et l'on marque seulement la partie de l'échelle correspondante aux variations du baromètre, partie qui se trouve entre 70 et 80 centimètres.

Si l'on considère avec attention la construction de ce baromètre, on voit qu'il n'indique point rigoureusement la pression de l'atmosphère : en effet, comme cette pression varie, il s'ensuit que le mercure s'élève plus ou moins dans le tube, et doit conséquemment faire varier le niveau du mercure dans la cuvette; si, par exemple, l'air devient plus pesant, le mercure s'élève dans le tube, et s'abaisse dans la cuvette, parce qu'une petite portion du mercure contenu dans celle-ci passe dans celui-là. Si l'air devient au contraire plus léger, le mercure s'abaisse dans le tube et s'élève dans la cuvette.

Ce baromètre ne pourrait donc point servir pour des expériences rigoureuses; c'est pourquoi il est nécessaire d'en avoir un dont on puisse rendre à volonté le niveau constant. On voit, *pl.* 20, *fig.* 4, un baromètre de ce genre.

CCCC, planche du baromètre creusée longitudinalement dans son milieu, et présentant vers sa partie inférieure une cavité demi-cylindrique, qui est destinée à recevoir en partie la cuvette cylindrique *GG* du baromètre

composée de plusieurs pièces dont on voit le détail *fig.* 5.

AA', tube de verre fermé à la lampe en *A*, rempli de mercure jusqu'en *M*, et plongeant par son extrémité ouverte *A'* dans le mercure de la cuvette *GG*.

HH, attaches au moyen desquelles le tube *AA'* est fixé dans la rainure longitudinale de la planche *CCCC*.

FF, bande de cuivre demi-circulaire s'attachant par des appendices latérales sur la planche en *zzzz*, et servant à maintenir la cuvette dans sa cavité.

PP', vis servant à comprimer le fond de la cuvette.

LL, portion de la planche du baromètre garnie d'une feuille de laiton ou d'argent, sur laquelle on a tracé les divisions qui indiquent la hauteur *M* du mercure dans le tube *AA'*.

N, *nonius* ou *index*, donnant avec beaucoup de précision les petites fractions des nombres auxquels correspond la hauteur *M* du mercure.

Fig. 5. Coupe verticale de la cuvette et de la partie inférieure du tube *AA'*, vues plus en grand.

MM, cylindre creux de bois portant extérieurement une gorge *NN*, et garni à sa partie supérieure d'un pas de vis *OO*.

L'L', cylindre creux également en bois, portant inférieurement un écrou qui reçoit le pas de vis *OO*.

RR, sac conique de peau, sans fond, ficelé supérieurement autour de la gorge *NN*, et inférieurement autour du bouchon ou tampon de bois *X*.

S, cavité pratiquée dans le bouchon *X*.

D'D', virole en cuivre mastiquée au cylindre *L'L'*, et portant extérieurement un pas de vis.

KKK'K', cylindre de cuivre garni d'un fond en cuivre *K'K'*, au milieu duquel on a pratiqué un écrou, et se vissant en *KK* au moyen d'un second écrou, sur le pas de vis extérieur de la virole *D'D'*.

PP' vis se mouvant dans l'écrou du fond *K'K'* du cylindre *KKK'K'*; l'extrémité *P'* de cette vis entre dans la cavité *S* du bouchon *X*, de telle sorte qu'en faisant tourner la vis, on peut élever ou abaisser le bouchon *X*.

BBB'B', cylindre de verre ouvert des deux côtés, s'appliquant inférieurement sur le cylindre *L'L'*, et mas-

tiqué en $B'B'$ à la virole $D'D'$. Ce cylindre de verre est destiné à laisser voir la hauteur EE du mercure dans la cuvette.

UULL, cylindre de bois portant une gorge *UU* à sa partie supérieure, et s'ajustant en *BB* à la partie supérieure du cylindre de verre.

DDDD, virole en cuivre mastiquée au cylindre de verre en *BB*.

Les cylindres de bois *UULL* et $L'L'$ sont destinés à empêcher le contact du mercure avec le cuivre.

II' tige d'ivoire fixée à la virole *DDDD*, et touchant par sa pointe I' la surface *EE* du mercure de la cuvette.

TT, sac conique de peau sans fond, ficelé par une extrémité autour de la gorge *UU*, et par l'autre autour du tube AA' en *V*.

D'après la description que nous venons de donner de ce baromètre, qui a reçu le nom de *baromètre à niveau constant*, il sera facile de comprendre comment on procède à sa construction.

On prend un tube de verre AA', d'environ 0m,90 de hauteur, et de 8 millimètres au moins de diamètre intérieur ; on le ferme à la lampe par son extrémité *A*, et on rétrécit à la lampe son extrémité A', comme on le voit *fig.* 5. Le tube étant bien sec, on le remplit de mercure pur que l'on fait bouillir comme on l'a dit plus haut. Lorsque l'on a fait bouillir tout le mercure, on ficelle autour de ce tube en *V*, *fig.* 5, une des extrémités du sac conique de peau *TT*; cette opération faite, on engage la portion $UUL'L'$ de la cuvette dans l'extrémité A', de manière que cette extrémité corresponde à-peu-près à la virole $D'D'$: alors on relève l'extrémité inférieure du sac *TT*, et on la fixe solidement autour de la gorge *UU* du cylindre *UULL* ; la capacité *UULL* se trouvant fermée inférieurement par le sac *TT*, on y verse du mercure bouilli d'avance jusqu'à ce que l'extrémité A' du tube en soit recouverte de plusieurs centimètres ; ensuite on fait entrer le pas de vis *OO* du cylindre *MM* dans l'écrou du cylindre $L'L'$; on visse le cylindre $KKK'K'$ au pas de vis extérieur de la virole $D'D'$, et en même temps l'on tourne la vis PP' de manière à comprimer le bouchon *X* et à laisser le moins

d'air possible dans la cuvette; on retourne alors le tube, et on le place sur la planche *CCCC* posée verticalement, *fig.* 4; on assujettit la cuvette *GG*, au moyen de la bande de cuivre *FF*, dans la cavité qui lui est destinée, et on fixe le tube *AA'* dans la rainure longitudinale de la planche au moyen des attaches *HH*.

La planche *CCCC* porte en même temps un thermomètre servant à indiquer la température du mercure et les corrections qu'elle nécessite, en raison de la dilatation plus ou moins grande que le mercure éprouve.

Il est évident qu'à l'aide de la tige d'ivoire *II'* et du fond mobile de la boîte *GG*, *fig.* 5, on pourra toujours ramener à un point fixe le niveau *EE* du mercure dans la cuvette. En effet, toutes les fois que ce niveau s'élèvera ou s'abaissera, suivant les variations qui arriveront dans le tube *AA'*, on en sera averti par la tige *II'*, qui, dans le premier cas, plongera dans le mercure, et, dans le second, s'en éloignera. Il faudra donc, toutes les fois que l'on voudra se servir de ce baromètre, observer avec beaucoup de soin la tige *II'*; et si la pointe *I'* ne touchait pas exactement la surface du mercure, il faudrait tourner la vis *PP'*, pour élever ou abaisser le bouchon *X*, de manière que la pointe *I'* vînt toucher son image réfléchie par la surface *EE* du mercure.

On pourra très-facilement rendre ce baromètre portatif, en enveloppant le tube *AA'* d'un tube de cuivre qu'on visse à la virole *DDDD* de la cuvette; on le transporte dans un pied en bois composé de trois pièces triangulaires creusées intérieurement dans leur longueur, et formant, lorsqu'elles sont réunies, la cavité dans laquelle il doit être renfermé. C'est au moyen de ce pied qu'on le suspend dans les observations. Les trois pièces dont ce pied est formé peuvent s'écarter comme les branches d'un compas; on les fixe sur le sol par des tringles transversales, de manière qu'il en résulte une sorte de trépied au haut duquel le baromètre peut être facilement suspendu.

On trace les divisions sur le tube en cuivre, et on pratique une rainure longitudinale sur deux faces opposées de ce tube, afin qu'on puisse observer la hauteur du mercure.

Un baromètre de ce genre permet, il est vrai, de me-

surer la pression de l'atmosphère avec une grande exactitude; mais il a l'inconvénient, pour un voyageur, d'être un peu lourd et d'exiger dix à douze minutes par observation.

Le suivant, qui a été construit pour la première fois par M. Gay-Lussac, est exempt de ces inconvéniens, et d'un prix beaucoup moins élevé que le précédent.

Ce baromètre est du genre de ceux que l'on nomme *baromètres à siphon* : comme il n'a pas de cuvette, et que l'effet de la capillarité du tube se détruit dans les deux branches du siphon, on peut le rendre très-léger; et, comme il est sans robinet, sans piston, sans bouchon même, l'on peut faire une observation en moins d'une minute. Nous allons en citer la description faite par l'auteur même. (*Ann. de Chimie et de Physique*, tom. 1, p. 115.)

« Pour mieux faire concevoir ce qui caractérise le nouveau baromètre, dit M. Gay-Lussac, je le supposerai dépouillé de sa monture, qu'on peut varier d'ailleurs d'une infinité de manières, *pl.* 33.

» La *figure* 1re représente le tube barométrique dans sa situation propre à l'observation. *N n* sont les deux niveaux du mercure; la grande branche *A B* est d'un égal diamètre jusqu'en *F*. En ce point, le tube *A F* est soudé avec un autre tube *F B C* fort en verre, dont le diamètre intérieur doit être de 1 à 2 millimètres. La petite branche *C D* du baromètre doit avoir le même diamètre que la partie *A F* de la grande. Elle est fermée en *D*; mais en *E*, à la distance de 2 à 3 centimètres de *D*, se trouve un petit trou capillaire par lequel le mercure ne peut point s'échapper à moins d'une pression très-grande, et qui néanmoins permet à l'air d'entrer dans la cuvette, et d'en sortir librement.

» La *fig.* 2 représente le baromètre renversé: le mercure occupe la partie *C B F A* du tube, et l'excédant est logé en *D*. Il convient que cet excédant soit nul ou au moins très-petit. On fait sortir aisément le mercure en tenant la branche *C D* horizontalement, le trou *E* en dessous; le mercure étant au-dessus du trou, on dilate l'air en chauffant la branche *C D*, et le mercure est alors expulsé. Si, au contraire, on veut faire rentrer du mercure dans le baromètre, on le plonge, dans la situation où le représente la *fig.* 1re, dans un bain de mercure jusqu'au-dessus du trou *E*,

et on incline le tube. L'air étant alors dilaté dans la branche *CD*, le mercure y rentrera, pourvu que la perte de l'élasticité de l'air soit plus grande que la longueur de la colonne dont le mercure s'abaisserait dans un tube dont le diamètre serait égal à celui du trou. J'ai supposé ici que le baromètre n'avait d'autre ouverture que le trou capillaire *E*; mais il est bien plus facile de régler le baromètre pendant qu'il est ouvert en *D*.

» La *fig.* 3 représente le baromètre dans la même position que la *fig.* 2, avec cette différence seulement que la branche *BFA* est supposée vide de mercure depuis *B* jusqu'en *G*, ce qui peut arriver en imprimant au baromètre des secousses violentes. Dans ce cas, l'instrument ne pourrait plus servir si le tube *CBGF* avait un diamètre aussi grand que le tube *AF*, parce qu'en renversant l'instrument, l'air contenu en *BG* monterait nécessairement dans sa partie supérieure; mais si le tube *CBGF* n'a au plus que 2 millimètres, comme je l'ai indiqué, la colonne *GF* du mercure ne pourra pas être divisée par l'air, et celui-ci sera expulsé par la chute du mercure lorsqu'on retournera le baromètre. Il arrivera même quelquefois que la colonne *GA* restera suspendue, quoique plus grande que la pression barométrique; mais en donnant un légère secousse à l'instrument de haut en bas, la colonne tombera aussitôt, et l'air contenu en *BG*, sera chassé.

» Il y a donc deux choses qui caractérisent le nouveau baromètre : 1°. le petit trou capillaire *E*, qui laisse une libre circulation à l'air et empêche cependant le mercure de sortir; 2°. le tube *CBF*, d'un diamètre assez étroit pour que l'air ne puisse pas diviser la colonne de mercure, comme cela a lieu dans l'ingénieux baromètre conique d'Amontons.

» En construisant ce baromètre, il faut que l'artiste ait l'attention de ne point porter d'huile dans la branche *BCD*, soit en la fermant en *D*, soit en faisant le petit trou *E*. J'ai déja dit que c'est l'huile ou tout autre corps gras qui est la cause de la poudre noire ou de la crasse qui se forme dans les baromètres, quand le mercure est d'ailleurs bien pur, et on ne saurait l'exclure avec trop de soin. J'ai fait faire plus de 500 lieues à mon baromètre; M. Descostils, dans un voyage en Italie, lui en a fait faire plus de 1200,

et je puis affirmer que le mercure était aussi net que le premier jour, malgré les secousses continuelles auxquelles il a été exposé dans une chaise de poste. . . . .

. . . .

» On voit aisément pourquoi l'axe du tube *AF* n'est pas dans le prolongement de celui du tube *FB* : c'est afin que le centre de gravité de l'instrument soit sur cet axe lorsque l'instrument sera suspendu librement en *A*, *fig.* 1re. . .

. . . .

» Le transport de ce baromètre est très-facile, et il ne pourra se déranger si l'on a l'attention de le tenir renversé, comme l'indiquent les *fig.* 2 et 3, ou au moins incliné sous un angle de 15 à 30 degrés. J'ai annoncé qu'il ne fallait pas plus d'une minute pour l'observer; et en effet, il suffit de le renverser pour qu'il se prête immédiatement à l'observation.

» On peut le monter de beaucoup de manières; par exemple, le mettre dans une canne fendue dans toute sa longueur, et qui s'ouvre à charnière; mais je préfère l'enfermer dans un tube creux de métal, fendu dans une partie de sa longueur, comme l'indique la *fig.* 4, et recouvert par un autre tube qui peut glisser longitudinalement ou tourner à léger frottement sur le premier. Si l'on adopte cette dernière construction, le tube extérieur doit être aussi fendu, pour laisser voir la colonne du mercure, ou la cacher, suivant que les fentes des deux tubes seront ou ne seront pas appliquées l'une sur l'autre.

» On peut encore, si l'on veut avoir un instrument peu dispendieux, tracer les divisions sur le verre même, et enfermer le tube barométrique dans un tube de fer-blanc qui s'ouvre à ses deux extrémités. Il n'est pas alors nécessaire de se servir d'un vernier, parce que les divisions étant près du mercure, on évite facilement l'effet de la parallaxe, et on peut, avec un peu d'habitude, évaluer à l'œil nu $\frac{1}{8}$ et même $\frac{1}{10}$ de millimètre, pourvu que l'on observe l'origine de la courbe du mercure. Enfin, si l'on voulait se conserver la facilité de nettoyer le tube *CD*, *fig.* 1re, dans la crainte que le mercure ne se ternisse à la longue, on pourrait se contenter de le fermer en *D* avec une peau ou avec un liége.

» La manière de se servir du nouveau baromètre ne

présente aucune difficulté ; on observe la hauteur de la colonne inférieure et celle de la colonne supérieure, et on les retranche l'une de l'autre. Si les deux branches sont d'un égal diamètre, il suffira d'observer la hauteur de la colonne supérieure, et de doubler les variations apparentes pour avoir les variations réelles. Lors même que les deux branches n'auraient pas un égal diamètre, on pourrait encore se contenter d'une seule observation, pourvu que l'on connût les vraies différences de niveau de centimètre en centimètre, parce que, dans l'intervalle, on pourrait regarder, sans erreur sensible, les deux branches comme ayant le même diamètre. Cet avantage, commun à tous les baromètres à siphon, est très-précieux pour les voyages géologiques ; car on fait d'autant plus d'observations qu'elles sont plus faciles à faire. »

Pour le construire, M. Gay-Lussac recommande, 1°. de prendre le tube *CD* d'un diamètre sensiblement égal au tube *FA*, fig. 2 et 3 ; 2°. de fermer le tube *AF* en *A* ; 3°. de souder l'extrémité *F* avec le tube presque capillaire *FBC*, et l'extrémité de celui-ci avec le tube *CD*, un peu effilé à son extrémité *D*, et percé d'un petit trou en *E* ; 4°. de faire bouillir le mercure dans ce baromètre, comme dans les baromètres ordinaires, et de se servir, pour le faire bouillir dans le tube *FBC*, d'un fil de fer, afin de faciliter le dégagement des bulles aériformes ; 5°. de ne laisser ensuite du mercure que dans les deux tiers du tube *FBC* ; de courber le tube en *B*, comme le représentent les fig. 1, 2 et 3, après avoir fermé le tube *CD* en *D*, et de régler le baromètre comme il a été indiqué précédemment.

Bassine. — Vaisseau évaporatoire, muni de deux anses. Les bassines sont en cuivre ou en argent, quelquefois en étain et en plomb. Leur grandeur varie beaucoup. Les plus employées sont en cuivre.

Bocal. — Vase cylindrique à large ouverture *A*, *B*, *C*, *pl.* 5, *fig.* 14 ; il y en a de verre, de cristal, de porcelaine et de faïence. Les uns sont à col droit *A*, *B*, les autres sont à col renversé *C*. Leur grandeur varie depuis un décilitre jusqu'à 6 et 8 litres. On s'en sert pour conserver les substances solides, telles que les sels, les matières végétales, animales, etc., etc.

Bouchon. — Cylindre de liége ou de cristal dont on se sert pour boucher les vases que l'on emploie : leur grandeur varie suivant l'ouverture des flacons. On doit choisir les bouchons de liége bien sains et bien homogènes ; ceux qui sont criblés de petits trous et comme vermoulus doivent être rejetés. Souvent il arrive que l'on a besoin de bouchons plus gros que ceux qu'on trouve dans le commerce : alors on se procure des planches de liége, dont on fait des bouchons de grosseur convenable. Souvent aussi l'on est obligé de percer les bouchons pour y introduire à frottement des tubes de verre. (*Voyez*, plus loin, *Lime queue-de-rat* et *Lime demi-ronde*.

Calorimètre. (*Voyez* 1er vol., pag. 88.)

Capsule. — *Pl.* 2, *fig.* 6. Demi-sphère ou segment de sphère creux, destiné à évaporer et à concentrer les liquides : il y en a de platine, d'argent, de porcelaine et de verre ; leur grandeur varie beaucoup ; il en est qui contiennent depuis un demi-décilitre jusqu'à huit et même dix litres ; quelquefois leur fond, au lieu d'être arrondi, est plat. Les capsules de verre sont rarement employées, à cause de leur fragilité ; on peut les faire soi-même au moyen d'un anneau de fer qu'on fait rougir, et qu'on applique sur le fond d'un matras : lorsque l'on juge que le verre a été suffisamment échauffé par l'anneau de fer, on jette quelques gouttes d'eau dessus, et le matras se casse ordinairement à l'endroit où était appliqué le fer rouge.

Casseroles. — On doit en avoir une en argent, et trois à quatre en cuivre et de diverses grandeurs.

Chalumeau à oxigène comprimé. — Caisse en cuivre dans laquelle on comprime de l'oxigène, et d'où on le fait sortir par un tube étroit pour le diriger dans une cavité de charbon qui est incandescente, et qui contient un corps que l'on veut chauffer fortement, *pl.* 33, *fig.* 6.

aaaa, caisse en cuivre très-épais.

b, vessie à robinet contenant le gaz oxigène.

cc, pompe au moyen de laquelle on comprime le gaz oxigène dans la caisse *aaaa*.

d, robinet que l'on doit ouvrir pour donner passage au gaz, et que l'on doit fermer immédiatement après la compression de celui-ci dans la caisse.

e, tuyau étroit en laiton fixé à un autre plus gros *e'*.

g, robinet que l'on ouvre pour faire passer le gaz comprimé de la caisse *aaaa* à travers le petit tube *e*.

Rien de plus facile que de se servir de cet instrument. Le robinet *g* étant fermé et les deux autres étant ouverts, on soulève et l'on abaisse alternativement le piston de la pompe *cc*. Par ce moyen l'on fait passer l'oxigène de la vessie dans la caisse. Lorsqu'on juge l'oxigène assez condensé, l'on ferme le robinet *d*, l'on ouvre le robinet *g*, et l'on dirige l'oxigène qui s'échappe avec force dans la cavité enflammée de charbon où se trouve le corps qui doit être exposé à une haute température.

Chalumeau à gaz hydrogène et oxigène condensés. — Ce chalumeau est le même que le précédent, si ce n'est que le tube *e* doit être capillaire pour ne pas laisser passer la flamme, et qu'on doit par la même raison, comme l'a recommandé M. Clarke, qui le premier s'est servi de cet instrument, mettre des toiles métalliques très-fines, et une couche d'huile entre le réservoir de gaz et le tuyau par lequel celui-ci s'écoule. (Voyez, *pl.* 33, *fig.* 6.)

hh, huile ordinaire contenue dans la caisse *aaaa*.

ii, *fig.* 7, cylindre creux en laiton, plongeant dans l'huile, et portant inférieurement un pas de vis qui reçoit une virole à écrou, garnie d'une toile métallique, et supérieurement un écrou sur lequel se visse la pièce *L*, *fig.* 8.

m, *fig.* 9, toile métallique dont il vient d'être parlé, et contenant 7 à 800 ouvertures au pouce carré.

l, *fig.* 8, pièce creuse qui se visse d'une part sur la partie supérieure du cylindre *ii*, et qui, de l'autre, reçoit le robinet *g* au moyen d'une vis. Cette pièce est composée de deux parties, comme le fait voir la *fig.* 10.

oo, *fig.* 8, toile métallique semblable à la précédente, qui est placée transversalement dans l'intérieur de la pièce *l* : cette toile se voit en plan et en coupe, *fig.* 10.

Outre les toiles métalliques *oo*, *fig.* 8, et *m*, *fig.* 9, on doit en placer environ 100 à 150 entre le robinet *g* et le tuyau en laiton *e'*, *fig.* 6. Ces toiles forment, par leur réunion, un cylindre de 15 millimètres de diamètre et de 25 millimètres de longueur : les côtés de ce cylindre sont soudés à l'étain avec la virole de cuivre qui les renferme.

L'on se sert de ce chalumeau absolument comme du chalumeau à gaz oxigène. Après avoir condensé dans la caisse *aa* le mélange d'hydrogène et d'oxigène, qui doit se composer d'un volume de celui-ci et de deux volumes de l'autre, et après avoir fermé le robinet *d*, l'on ouvre le robinet *g*, on met le feu au jet de gaz avec une bougie, et on le dirige sur le corps.

La chaleur que l'on obtient ainsi est si grande qu'elle fond presque tous les corps qui jusqu'ici passaient pour infusibles.

L'on a fait voir précédemment, vol. 1er, pag. 150, comment agissaient les toiles métalliques et le tuyau capillaire *e* dans cette expérience ; l'inspection de la figure *c* démontre tout de suite l'effet de l'huile. Il est évident que, pressée par le gaz contenu dans la caisse, elle s'élèvera dans le cylindre *ii*, et qu'elle s'opposera à toute espèce de communication entre ce gaz et celui qui, de la caisse, sera passé dans la partie supérieure du cylindre.

Pour se mettre à l'abri des dangers auxquels on serait exposé si le mélange venait à détonner, il est nécessaire de placer l'instrument derrière une porte ou un mur, et de faire passer les tuyaux *e* et *e'* à travers.

Chalumeau ordinaire. — Cylindre creux de verre *a b d*, *pl.* 2, *fig.* 5, courbé en *b* et renflé en boule. Cette boule est terminée par un petit tube conique dont l'ouverture est très-étroite. Cet instrument est destiné à porter un courant d'air sur la flamme d'une chandelle ou d'une bougie, pour la diriger sur un petit fragment de matière que l'on se propose d'examiner.

Le verre n'est pas la seule substance que l'on emploie pour faire le chalumeau ; on en fait aussi en argent et en cuivre jaune ou laiton.

Celui dont on se sert le plus ordinairement est en cuivre jaune. Cette espèce de chalumeau est composée de 4 parties (*pl.* 2, *fig.* 5 *bis*) : 1°. d'un petit tuyau d'ivoire *b b'* aplati et légèrement évasé en *b*; 2°. d'un tube de cuivre jaune *a a'* appelé *manche*, dont l'extrémité *a* reçoit à frottement l'extrémité *b'* du tuyau de verre *b b'* ; 3°. d'une cavité cylindrique appelée *réservoir*, auquel on a soudé un petit tube *d* qui doit recevoir à frottement l'extrémité *a'* du tube *a a'* ;

4°. enfin, d'un petit ajutage conique *f* entrant à frottement dans le tuyau *e* et soudé au réservoir *c*.

Lorsqu'on veut se servir du chalumeau, on saisit avec la bouche l'extrémité *b* du tuyau d'ivoire; on dirige l'extrémité *f* sur la flamme de la bougie, de manière que l'air que l'on insuffle par le tube *ef* porte la pointe de la flamme sur le corps que l'on soumet à l'expérience. On dispose pour cela le corps sur un support ordinairement de charbon, quelquefois de platine ou d'argent. Avec un peu d'habitude, on parvient facilement à souffler au chalumeau pendant dix à douze minutes : pendant tout ce temps, on respire seulement par le nez.

Chaudières. — Celles dont on se sert dans les laboratoires sont ordinairement en fonte. On doit en avoir deux ou trois de diverses grandeurs.

Cisailles. — Espèce de gros ciseaux dont on se sert pour couper par fragmens les métaux réduits en lames ou en fils.

Cloche. — Cylindre creux de verre ou de cristal (voyez *pl.* 2, *fig.* 8), ouvert seulement par sa base *B*, arrondi et terminé, à sa partie supérieure, par un bouton au moyen duquel on peut la lever facilement. Quelquefois les cloches portent deux ouvertures latérales, *fig.* 7. Il est nécessaire d'en avoir de différentes grandeurs. Les cloches servent à recueillir les gaz, à les transvaser, à les mesurer, etc.

Cloche à robinet. — Cloche *A*, *pl.* 2, *fig.* 10, ouverte par la partie supérieure, et garnie, dans cette partie, d'une virole de cuivre *bb* et d'un robinet *d*. Cette cloche est employée particulièrement pour faire passer les gaz soit dans un ballon (*voy.* t. I, p. 229), soit dans une vessie. (*Voyez* plus loin, art. *Vessie.*)

Cloche graduée. — Cloche divisée en un certain nombre de parties. Pour opérer cette division, on prend une cloche de cristal *AB*, *fig.* 8; on la remplit d'eau dans la cuve pneumato-chimique, et on la porte sur la tablette, qui doit être bien horizontale; ensuite on se procure un flacon à goulot étroit qui contienne exactement un décilitre d'eau. Si on ne trouvait pas un flacon qui eût précisément cette capacité, on en prendrait un qui fût plus grand, et on y coulerait un peu de cire ou de résine, afin de rendre la capacité plus petite ; ce flacon sert de jauge pour graduer

la cloche ; on fait passer dans la cloche l'air contenu dans ce flacon, et on marque avec de la cire à cacheter le point auquel est descendue l'eau : on continue cette opération jusqu'à ce que toute l'eau de la cloche ait été déplacée. Il est essentiel, pendant ce temps, que le flacon et la cloche soient maintenus à la même température, et que cette température ne diffère point de celle de la cuve : il faut éviter, pour cette raison, de mettre la main sur la cloche. Cette opération étant faite, on trace sur la cloche elle-même ces divisions avec un diamant.

On se sert des cloches graduées pour mesurer les gaz. Celles dont nous venons de parler doivent être préférées aux cloches divisées en parties égales, parce qu'elles n'obligent à aucune correction pour la différence qui existe entre le niveau de l'eau de l'intérieur de la cloche et celui de l'eau de la cuve, celui-ci étant toujours supposé le même.

Cloche recourbée. — *A B*, *pl.* 2, *fig.* 12, cylindre creux de verre dont on courbe et dont on ferme ensuite l'extrémité *A* à la lampe. Ces cloches recourbées sont employées à faire un très-grand nombre d'expériences sur le mercure. On place les matières dans la partie courbe, et on les chauffe avec la lampe à esprit-de-vin.

Cornue. — Vase distillatoire, *pl.* 2, *fig.* 14, dont le col *C* est recourbé et fait un angle avec la partie inférieure *A*, qui est renflée et arrondie par le fond. On distingue trois parties dans une cornue : la partie recourbée *C* porte le nom de *col*, la partie supérieure *B* s'appelle *voûte*, et la partie inférieure *A* prend le nom de *ventre* ou *panse*. Quelquefois la cornue porte une tubulure *E*, *fig.* 15, à sa partie supérieure. Cette tubulure est munie d'un bouchon de cristal ou de liége : on dit alors que la cornue est tubulée. Les cornues sont de verre, de grès, de porcelaine, et quelquefois de plomb, de fonte, d'argent ou de platine.

On se sert de cornues de métal principalement quand les matières que l'on soumet à l'action du feu peuvent attaquer le grès, la porcelaine ou le verre.

Couteau. — On doit en avoir un d'ivoire ou de corne pour enlever les précipités gélatineux de dessus les filtres.

Creuset. — Vase de forme triangulaire, conique et quel-

quefois cylindrique *A*, *B*, *C*, *pl.* 2, *fig.* 18, dans lequel on soumet beaucoup de substances solides à l'action du feu. Il y a des creusets de terre et de métal. Les meilleurs creusets de terre nous viennent de Hesse. Les creusets de métal sont ordinairement en argent ou en platine. Quelquefois on remplit les creusets d'un mélange de charbon pulvérisé et d'une petite quantité d'argile détrempée, et l'on pratique au milieu de cette masse cohérente une cavité. On appelle ces creusets *creusets brasqués*. Les creusets portent un couvercle de même forme et de même nature qu'eux.

Cuiller à projection. — Longue cuiller de fer employée pour calciner certaines substances, les retirer des vases qui les contiennent, ou les projeter dans des creusets rouges de feu. *AA*, *pl.* 2, *fig.* 17, cuiller vue de face. *BB*, cuiller vue de profil.

Cuve pneumatique. — Vaisseau en partie plein d'eau ou de mercure, dont on se sert pour recueillir et transvaser les gaz. Elle prend le nom de *cuve hydro-pneumatique* lorsqu'elle contient de l'eau, et de *cuve hydrargiro-pneumatique* lorsqu'elle contient du mercure. La cuve hydro-pneumatique est en bois, doublée de plomb, tandis que l'autre est en pierre ou en marbre. On se sert de la première pour recueillir ou transvaser les gaz qui sont insolubles ou très-peu solubles dans l'eau, et de la deuxième pour recueillir ou transvaser les gaz qui sont très-solubles dans ce liquide.

Cuve hydro-pneumatique. — *Pl.* 3, *fig.* 3, vue perspective; *fig.* 2, plan; *fig.* 1, coupe.

Fig. 3. *FF'*, caisse rectangulaire en bois, doublée de plomb, soutenue par quatre pieds en bois *BB*, *CC*, *DD*, *EE*.

LGHI, table plus basse d'environ 0^m, 15 que les bords supérieurs de la cuve, et destinée à recevoir les cloches pleines d'eau ou de gaz.

LGKS, cavité quadrangulaire ou fosse de la cuve.

TT, tablette reçue dans deux rainures pratiquées à la partie supérieure de la fosse, l'une sur le côté *GL* et l'autre sur le côté *KS*.

N, ouverture circulaire pratiquée au milieu de la tablette, s'élargissant inférieurement en forme d'entonnoir,

et au-dessus de laquelle on place des vases pleins d'eau pour recevoir le gaz qui se dégage.

M, échancrure destinée à laisser passer le tube qui doit conduire le gaz dans le récipient, comme on le voit *fig.* 1.

Fig. 4. *TT*, tablette vue plus en grand.

Fig. 3. *R*, robinet destiné à vider l'eau de la cuve.

Il existe des cuves hydro-pneumatiques plus petites que la précédente qui n'ont point de table, mais seulement une tablette. Ces cuves ont environ 6 décimètres de longueur, 3 de largeur et 4 de profondeur.

Dans tous les cas, on doit recouvrir les parois intérieures de la cuve d'une couche de vernis gras. Sans cela, les petits globules de mercure qu'on y laisserait tomber dans le cours des expériences troueraient le plomb de la cuve.

Au lieu de se servir de cuve pour recueillir les gaz, on se sert quelquefois d'une terrine, d'un têt échancré sur le côté et troué dans son milieu. On place ce têt renversé dans la capsule ou terrine *GG*, *pl.* 3, *fig.* 5; on verse de l'eau dans ce vase jusqu'à ce que le têt en soit recouvert de quelques centimètres, et on engage l'extrémité *E* du tube *ABC* dans l'échancrure *D*, de manière que le gaz qui se dégage du flacon *F* soit obligé de se rendre dans la cloche *L*.

Cuve hydrargiro-pneumatique (*a*). — *Pl.* 3, *fig.* 6, vue perspective, *fig.* 7, plan; *fig.* 8 et 9, coupes suivant les lignes *AB* et *CD*.

Fig. 6. *AA*, bloc de marbre ou de pierre calcaire, rectangulaire, creusé intérieurement et destiné à contenir le mercure.

PP, support de la cuve.

EFGH, *fig.* 7, table de la cuve.

KL, fosse de la cuve.

Fig. 9. *NN*, rainure destinée à recevoir une planchette semblable à celle qu'on voit *fig.* 4.

Fig. 8. *II*, coupe d'une rainure suivant la ligne *AB*.

Fig. 7 *et* 8. *OP*, trou creusé dans l'épaisseur du marbre: il est destiné à recevoir le tube gradué contenant le gaz dont on veut mesurer le volume.

Fig. 7 *et* 9. *R*, échancrure pratiquée à la paroi supé-

(*a*) On pourrait faire cette cuve en bois doublé de tôle vernie.

rieure de la cuve. Cette échancrure doit être garnie d'une glace au moyen de laquelle on peut facilement observer la hauteur du mercure dans un tube gradué contenant le gaz que l'on veut mesurer, et plongeant, à cet effet, dans le trou *OP*. On doit, pour cette raison, disposer la cuve de manière que cette partie soit très-bien éclairée.

La cuve dont on vient de parler contient environ 150 kilogrammes de mercure. On peut en employer dont les dimensions soient bien moins considérables.

Pour recueillir ou transvaser un gaz d'une cloche dans une autre, on remplit celle-ci d'eau ou de mercure, et on incline la première de manière à engager ses parois sous celle de la seconde; on s'y prendrait de même pour transvaser un gaz d'un flacon dans un autre, si ce n'est qu'on adapterait au goulot de celui-ci un entonnoir renversé.

Digesteur distillatoire. — Espèce de marmite de Papin qui a pour objet de traiter par l'alcool ou autres liquides, à l'aide d'une forte pression, les substances végétales ou animales et de recueillir les produits de la distillation. L'élévation de température qui résulte de cette pression augmente beaucoup l'action de ces liquides sur les substances avec lesquelles ils sont en contact. (*Voy.* la description de ce digesteur par M. Chevreul, *Ann. de Chimie*, t. XCVI, page 148.)

Electrophore. — Instrument dont on se sert dans les laboratoires pour enflammer des mélanges de gaz oxigène et de gaz hydrogène. (*Voyez* la théorie de cet instrument et la manière de s'en servir, dans les ouvrages de physique.)

Entonnoirs. — Les entonnoirs dont on se sert dans les laboratoires sont toujours en verre, et contiennent depuis un centilitre jusqu'à deux litres. Les plus petits sont semblables à celui qui est représenté *pl.* 3 *fig.* 5 *bis*; on s'en sert pour transvaser les gaz sur le mercure. Les autres ont la forme ordinaire : on les emploie pour transvaser les gaz sur l'eau, pour remplir un vase d'un liquide quelconque, et pour filtrer les liqueurs qui sont troubles. Voyez *Filtre*. On ne les emploierait que difficilement dans la cuve à mercure, à cause de leur longueur et du peu de profondeur de cette cuve.

Eprouvettes. — Petites cloches longues de verre ou de

cristal, *pl.* 2, *fig.* 9, quelquefois munies d'un pied *B*, *fig.* 13. On emploie les premières pour recueillir les gaz sur l'eau, et principalement sur le mercure, et en même temps pour les essayer et en examiner les propriétés dans un grand nombre de circonstances. On ne se sert guère des secondes que pour laisser déposer spontanément les substances tenues en suspension dans les liquides, ou pour recevoir ceux-ci après les avoir filtrés. Dans ce dernier cas, on place sur l'éprouvette l'entonnoir qui contient le filtre.

Etau. — Instrument qui sert à tenir fortement serrées les substances que l'on veut user avec la lime, etc.

Etuve. — Lieu dont la température étant plus élevée que celle de l'atmosphère environnante, favorise la dessiccation des substances humides. Les étuves que l'on emploie dans les arts ne sont autre chose que des chambres plus ou moins grandes échauffées par des poêles. On peut faire usage d'étuves semblables dans les laboratoires ; mais il vaut mieux en employer qui reçoivent leur chaleur d'un quinquet ou de la vapeur d'eau. On se procure facilement ainsi tous les degrés de chaleur dont on a besoin, et on a même l'avantage d'avoir une chaleur constante et égale à 100°, en faisant usage de la vapeur d'eau.

Etuve à quinquet (de M. d'Arcet). — *AA*, *pl.* 4, *fig.* 1, caisse rectangulaire en bois de sapin.

BBBB, côté antérieur s'ouvrant à volonté, et servant de porte à la caisse.

RR, ouverture que l'on ouvre et que l'on ferme à volonté avec des bouchons de liége, suivant que l'on veut diminuer ou augmenter la chaleur de l'étuve.

EE, *EE*, *EE*, tasseaux fixés sur les côtés de la caisse.

Fig. 3, champignon en tôle composé, 1°. d'un plateau *AB*, circulaire et légèrement concave inférieurement; 2°. de deux tuyaux concentriques, l'un extérieur *DD*, de 0m,08 de diamètre, et de 0m,14 de hauteur, fixé au plateau *AB* par trois montans de fer *e e e*; et l'autre intérieur *GG*, de 0m,55 de diamètre, faisant corps avec le tuyau *DD* au moyen de petites traverses *FF*, *FF*. On voit, *fig.* 1, le champignon mis en place, et recevant dans son intérieur le verre d'un quinquet allumé.

A, *fig.* 4, obturateur ou couvercle percé de deux trous

b, *C* : cet obturateur s'ajuste à l'extrémité du tuyau *DD*, *fig.* 3. L'ouverture *C* sert à livrer passage au verre du quinquet *L*, *fig.* 1 ; l'ouverture *b* sert à permettre l'élévation de la crémaillère *M*, à mesure que la mèche vient à s'user. L'usage de cet obturateur est d'intercepter le courant d'air qui s'établit entre les tuyaux du champignon, et d'augmenter par cela même la chaleur de l'étuve.

HH, *fig.* 2, étuve vue de côté.

On assujettit cette étuve verticalement dans un des coins du laboratoire, et on place les matières à dessécher sur des grillages de fil de fer soutenus par les tasseaux *E E*, *E E*, *fig.* 1. Le maximum de chaleur de cette étuve a lieu lorsque le champignon est muni de son obturateur, et que les ouvertures *RR* sont fermées ; la température est alors de 70° à la partie supérieure ; et, dans la partie inférieure, elle s'élève au-dessus de l'eau bouillante.

Etuve à vapeur.—Pl. 4, *fig.* 5. *P P*, *G G*, boîtes cylindriques, dont le fond de l'une, qui est en cuivre, s'adapte avec les bords supérieurs de l'autre, qui est en fer-blanc.

R, entonnoir, au moyen duquel on verse de l'eau dans la boîte *G G*.

FF, fourneau servant à porter cette eau au degré de l'ébullition.

P′, *P′*, *G′*, *G′* ; *P″ P″*, *G″ G″* ; *P‴ P‴*, *G‴*, *G‴* ; boîtes en fer-blanc s'emboîtant l'une dans l'autre, comme les boîtes *P P* et *G G*.

E E′, *S S′*, *T T″*, tuyau conduisant la vapeur de la boîte *G G* dans les boîtes *G′ G′*, *G″ G″*, *G‴ G‴*.

M, tuyau par lequel sort la vapeur.

Pour faire usage de cette étuve, on verse de l'eau dans la boîte *G G*, au moyen de l'entonnoir *R* ; on retire l'entonnoir, et on bouche le conduit *Z* ; on porte cette eau à l'ébullition ; ensuite on met les substances à dessécher, par couches minces, dans des carrés de papier, ou dans de petites capsules en fer-blanc, et on place ces carrés ou capsules dans la boîte *P P*, que l'on recouvre en partie. Lorsque l'on a beaucoup de matières à dessécher, on les place non-seulement dans la boîte *P P*, mais encore dans les boîtes *P′ P′*, *P″ P″*, *P‴ P‴* : alors il faut avoir soin d'entretenir constamment bouillante l'eau de la boîte *G G* :

autrement, on ne pourrait que commencer la dessiccation dans les dernières.

Eudiomètre. — Instrument dont on se sert pour analyser certains gaz, et principalement l'air atmosphérique : on en connaît plusieurs ; le plus employé est l'eudiomètre à gaz hydrogène.

Eudiomètre très-simple, à gaz hydrogène. Pl. 5, *fig.* 1.

AB, tube de verre très-épais, plus ou moins cylindrique, ouvert en *B*, et fermé supérieurement par un bouchon *C* en cuivre jaune ou en fer, qui est surmonté d'une tige *D*, terminée par une boule de même métal que le bouchon.

LL', fil de cuivre ou de fer tourné en spirale, aussi long que le tube *AB*, et terminé supérieurement par une boule *L*.

EE, *fig.* 2, partie supérieure du tube *AB*, vue plus en grand.

Les dimensions de cet instrument peuvent varier : celui dont on fait le plus souvent usage a $0^m,22$ de long ; son diamètre intérieur est de $0^m,022$; l'épaisseur de ses parois est de $0^m,005$. Il ne faudrait pas qu'il fût beaucoup moins épais, parce qu'il pourrait être brisé dans le cours des expériences.

Lorsqu'on veut se servir de cet instrument pour faire, par exemple, l'analyse de l'air dans la cuve hydro-pneumatique, on commence par remplir d'eau le tube *AB*, *fig.* 1, en ayant soin de n'y laisser aucune bulle d'air ; on le renverse ainsi plein d'eau sur la tablette de la cuve ; ensuite on mesure successivement 100 parties d'air atmosphérique (*a*) et 100 parties de gaz hydrogène (*b*) dans le tube gradué, et on les fait passer, au moyen d'un entonnoir, dans le tube *AB* ; puis, après avoir essuyé avec un linge, ou du papier joseph bien sec, la boule et la tige de

(*a*) On pourrait prendre une plus grande quantité de gaz ; mais il ne faudrait pas en prendre moins de 50 parties pour obtenir un résultat sur lequel on pût compter.

(*b*) On prend ici 100 parties d'hydrogène, afin qu'il y en ait un excès par rapport au gaz oxigène, et que l'on soit certain que tout ce gaz est brûlé.

cuivre *D*, on introduit dans l'intérieur du tube *AB* le fil de cuivre *LL'*, de telle sorte que la boule *L* soit à une très-petite distance du bouchon *C*, comme on peut le voir *fig.* 1. Tenant toujours plongée dans l'eau la portion inférieure du tube *AB*, et la bouchant avec l'index sans déranger le fil, on approche de la boule *D*, à distance explosive, le crochet d'une bouteille de Leyde chargée d'électricité, ou le plateau supérieur d'un électrophore également électrisé : à l'instant même on voit l'étincelle pénétrer dans l'intérieur du tube, et enflammer le mélange des gaz qu'il contient. Il ne s'agit plus alors que de mesurer le gaz résidu, de le retrancher des 200 parties de gaz oxigène et hydrogène sur lesquelles on a opéré, et de diviser la différence par trois, pour avoir la quantité d'oxigène que contient l'air soumis à l'expérience. (Voyez *Analyse de l'air*, 1er volume, page 248.)

Toutes les fois qu'on opère sur l'eau, il faut employer l'eudiomètre dont le bouchon et la tige sont en laiton, parce que le fer s'oxide peu à peu par le contact de l'eau et de l'air; l'on doit, au contraire, employer l'eudiomètre dont le bouchon et le fil sont en fer toutes les fois qu'on opère sur le mercure, parce que le mercure attaque le cuivre jaune, et n'attaque pas le fer.

Eudiomètre précédent modifié par M. Gay-Lussac, *pl.* 33, *fig.* 5. Cet eudiomètre ne diffère de celui que nous venons de décrire que par l'extrémité inférieure et la partie moyenne. Cette partie correspond extérieurement à une sorte de main en métal *M* destinée à fixer l'instrument pendant qu'on opère, et terminée pour cela par une virole brisée que la vis *V* presse contre l'eudiomètre. Quant à l'extrémité inférieure, elle présente d'abord une virole *g h* qui a pour objet de donner de la solidité à l'instrument; l'on voit ensuite qu'à cette virole est fixée, par une vis *q*, une plaque circulaire *ik* mobile autour de la vis qui lui sert d'axe; d'ailleurs elle est percée, à son centre, d'une ouverture conique fermée par une soupape qui, lors de son mouvement, est maintenue par la tige *mn*, et dont la petite goupille fixe l'étendue de l'ascension. Enfin, pour que la plaque *ik* ait plus de solidité, elle entre dans une petite échancrure *k*, pratiquée dans le prolongement *l* de la virole

gh. Au moment de l'explosion, la soupape, pressée de haut en bas, reste évidemment fermée; mais aussitôt qu'il se fait un vide dans l'eudiomètre, l'eau soulève la soupape et vient le remplir.

Eudiomètre de Volta, pl. 5, *fig.* 3. Cet eudiomètre est très-grand, et n'est employé pour ainsi dire que dans les cours de chimie pour servir aux démonstrations.

— *AB*, *pl.* 5, *fig.* 3. Tube de verre très-épais, de 20 à 25 centimètres de long, sur environ 4 centimètres de diamètre.

C, pied de l'instrument en cuivre jaune, évasé et creusé en forme d'entonnoir, surmonté d'une virole *M*.

D, robinet dont la tige creuse se visse à la virole *M*.

E, virole fixée avec du mastic à l'extrémité *B* du tube *AB* et se vissant au robinet *D*.

C'D'E', partie supérieure de l'instrument composée des mêmes pièces que l'inférieure : seulement le bassin *C'* est moins évasé que le pied *C*.

F'F', petite tige de cuivre horizontale fixée à la virole *E'*, se terminant extérieurement par une boule *F*, et intérieurement en *F'*, à une très-petite distance de la paroi interne de la virole *E'*. Cette tige traverse un petit tube de verre *H*, enduit extérieurement de résine et formant isoloir. Elle est destinée à porter l'étincelle électrique dans l'intérieur du tube *AB*.

GG, *G'G'*, conduits qui établissent une communication entre l'intérieur du tube *AB* et l'extérieur, au moyen des robinets *D*, *D'*. (*Voyez* plus en grand ces diverses pièces, *fig.* 5, qui représente, savoir : *AA*, la partie supérieure, et *BB* la partie inférieure de l'instrument.

AA, *fig.* 4, tube de verre divisé en un grand nombre de parties égales.

B, virole en cuivre jaune, fixée avec du mastic au tube *AA*, et se vissant à l'extrémité supérieure du conduit *G'G'*, *fig.* 3.

P, *fig.* 3, partie inférieure du tube *AA*, adapté à l'extrémité supérieure du conduit *G'G'* dans le bassin *C'*.

On fait usage de cette espèce d'eudiomètre, par exemple, dans l'analyse de l'air par le gaz hydrogène, de la manière suivante :

On ouvre les robinets DD', et l'on plonge l'eudiomètre perpendiculairement dans l'eau de la cuve hydro-pneumatique. Ensuite on ferme le robinet inférieur, et l'on verse de l'eau dans le bassin supérieur, jusqu'à ce que ce bassin et, à plus forte raison, l'eudiomètre, en soient remplis; puis on ferme le robinet supérieur, on rouvre le robinet inférieur, et l'on place l'eudiomètre sur la table de la cuve, en ayant soin de ne point laisser entrer d'air sous le pied de l'instrument. Alors on fait passer dans le tube AB les gaz mesurés dans le tube gradué AA. On referme le robinet inférieur. On essuie la boule et la tige FF', et l'on fait passer l'étincelle électrique par cette tige, de la même manière que nous l'avons dit précédemment pour le petit eudiomètre à gaz hydrogène. Cela fait, on rouvre de nouveau pour un instant le robinet inférieur, afin de permettre à l'eau de remplir le vide formé, et on mesure le résidu gazeux. Pour cela, on remplit d'eau le bassin supérieur C', et on en remplit également le tube gradué AA; on le visse par son extrémité B à l'orifice supérieur du conduit $G'G'$, et on ouvre le robinet supérieur D'. Par ce moyen, le gaz s'élève à l'instant dans le tube AA; lorsqu'il est passé tout entier, on dévisse ce tube; on en bouche l'orifice avec le doigt, et on le plonge dans une éprouvette remplie d'eau, etc. Si ce résidu excédait la capacité du tube AA, on l'y ferait passer en deux fois en fermant le robinet D' au moment où l'on verrait que le tube serait prêt d'être plein,

Filtre. — On donne le nom de *filtre* aux substances à travers lesquelles on fait passer les liquides que l'on veut clarifier. Il y a des filtres en sable, en pierre poreuse, en charbon, en papier non collé, en toile, en crin, en laine, etc. Ceux qu'on emploie dans les laboratoires sont toujours en papier.

Lorsqu'on a une grande quantité de liqueur à filtrer, on emploie un châssis en bois AA, *pl.* 5, *fig.* 10, garni de pointes de fer en $CCCC$. On place sur le châssis une toile B que l'on tend légèrement et que l'on attache aux pointes de fer $CCCC$. On étend ensuite une ou deux feuilles de papier joseph sur cette toile; on y verse le liquide que l'on veut filtrer, et on le recueille dans un terrine T.

Mais lorsqu'on n'a qu'une petite quantité de liqueur à filtrer, ce qui arrive le plus souvent, on donne au filtre la forme d'un entonnoir : à cet effet, on prend un carré de papier, on le plie en quatre, de manière à lui conserver encore la forme de carré; ensuite on lui donne celle d'un éventail fermé en le plissant convenablement; on le coupe par son extrémité supérieure; on l'ouvre, comme on le voit en *A*, *fig.* 8, et on le dispose dans l'entonnoir, comme on le voit *fig.* 8 et 9. Le filtre étant bien enfoncé dans l'entonnoir, on y verse le liquide et on le reçoit dans un vase. On place ordinairement l'entonnoir sur un support en bois percé d'un seul trou, *fig.* 8. *CCC*, ou percé de plusieurs trous, *fig.* 9.

Ce dernier support est formé d'une planche *DD* soutenue par des montans *EE*. Les trous *AAAA* dont il est percé sont de diverses grandeurs, et susceptibles de recevoir les entonnoirs *BBBB*.

Fioles. — Petites bouteilles de verre commun, *pl.* 5, *fig.* 11. La minceur de leur paroi qui leur permet de supporter facilement l'action du feu, et la modicité de leur prix, les rendent d'un usage très-fréquent dans les opérations chimiques.

Flacon. — Vase cylindrique de verre ordinaire ou de cristal, *pl.* 5, *fig.* 12.

Les flacons de verre ordinaire ont le fond bombé en dedans comme celui d'une bouteille, et portent ordinairement le nom de flacons à goulot renversé. On les ferme avec un bouchon de liége. On les emploie fréquemment pour renfermer soit des gaz, soit des liquides ou autres substances qui n'ont point d'action sur le liége.

Les flacons de cristal ont un fond plat et se ferment avec un bouchon de cristal usé à l'émeri, ce qui leur a fait donner le nom de flacons à l'émeri : on les emploie principalement pour conserver les liquides ou les gaz acides.

La grandeur des flacons de verre ou de cristal varie depuis 2 centilitres jusqu'à 8 et 10 litres.

Outre les flacons de cristal dont nous venons de parler, il en existe d'autres qui sont à très-large ouverture. (*Voyez* le flacon *B*, *pl.* 5, *fig.* 12.) On les emploie pour conserver

à l'abri du contact de l'air certaines substances solides que l'on ne veut pas diviser.

Flacons tubulés. —Flacons de verre qui ont deux ou trois ouvertures ou goulots *BB* à leur partie supérieure, *pl.* 5, *fig.* 13. On les appelle encore *flacons de Woulf*, du nom de leur inventeur. On emploie principalement les flacons tubulés pour monter l'appareil qui est connu sous le nom *d'appareil de Woulf*, et à l'aide duquel on sature les liquides de gaz. Cet appareil consiste en un certain nombre de ces flacons munis de tubes de sûreté, et communiquant entre eux et avec une cornue, ou un ballon, ou un matras par le moyen de tubes intermédiaires, comme on le voit *pl.* 6, *fig.* 1, 2 et 3.

Fig. 2. *AA*, fourneau évaporatoire sur lequel on a placé un bain de sable *BB*.

C, ballon reposant sur le bain de sable *BB*.

LL, substances contenues dans le ballon, et d'où peut se dégager successivement une grande quantité de gaz.

D, *D'*, *D''*, flacons tubulés contenant les liquides *FF*, *F'F'*, *F'' F''*, destinés à absorber le gaz qui doit se dégager du ballon *C*.

M, bouchon de liége percé de deux trous, et fermant très-exactement le col du ballon *C*.

SS, tubes à trois branches parallèles entrant à frottement dans l'une des ouvertures du bouchon *M*.

EE, tube recourbé entrant par son extrémité la plus courte dans l'autre ouverture du bouchon *M*.

M', bouchon de liége adapté à la tubulure *R* du flacon *D*, et percé d'un trou à travers lequel passe la longue branche du tube *EE*, pour plonger dans le liquide *FF*.

E' E', *E'' E''*, *E''' E'''*, tubes recourbés établissant une communication entre le flacon *D* et les flacons *D'*, *D''* et l'éprouvette *I*, de la même manière que le tube *EE* en établit une entre le ballon *C* et le flacon *D*.

Les extrémités *H H' H''* de ces tubes ne doivent entrer que de quelques centimètres dans les flacons *D D' D''*, et les extrémités *G G' G''* doivent plonger au fond des liquides *FF*, *F'F'*, *F''F''*, et *F'''*.

P P' P'', tubes de sûreté droits, adaptés à l'aide de bouchons aux tubulures moyennes des flacons *D D' D''*, et

plongeant de quelques millimètres dans les liquides *FF*, *FF'*, *F'' F''*. (Voyez *tubes de sûreté*, 1er vol., p. 226.)

L'appareil *fig.* 1re ne diffère du précédent qu'en ce que le ballon *C* ne porte point de tube en trois. C'est pourquoi l'extrémité *G* du tube *EE* ne doit point plonger dans le liquide du flacon *D*; car, s'il y plongeait, rien ne garantirait le ballon *C* de l'absorption (112).

L'appareil *fig.* 3 diffère surtout du précédent en ce que les matières *LL* d'où doit se dégager le gaz sont placées dans une cornue, et que la communication entre cette cornue et le reste de l'appareil est établie par des tubes de sûreté à boule : tubes qui font tout à la fois fonction de tubes recourbés ordinaires et de tubes de sûreté droits, et qui, par là même, n'exigent que des flacons à deux tubulures. Les boules de ces tubes doivent être à moitié pleines d'eau. (Voyez *tubes de sûreté à boule* (112). Il est évident qu'on pourrait employer à volonté un ballon, un matras ou une cornue dans l'un ou l'autre de ces appareils, en donnant au tube *EE* la forme convenable. Dans tous les cas, les bouchons doivent avoir la forme des ouvertures qu'ils sont destinés à fermer, et doivent y entrer à frottement, jusqu'à la profondeur d'environ 2 centimètres.

Les tubes doivent également entrer à frottement dans les trous dont les bouchons sont percés.

Il est même bon, afin de rendre la jonction plus intime, d'enduire d'un peu d'empois les parties du bouchon et du tube sur lesquelles le frottement doit s'exercer; on doit aussi recouvrir de lut le bouchon après l'avoir adapté aux tubulures (voyez *lut*), et même appliquer des bandes de papier collé sur ce lut. Enfin, pour peu que le verre de l'ouverture qu'on veut boucher soit mince, on doit l'assujettir en l'entourant d'un fil un peu fort : c'est ce qu'on doit faire particulièrement pour le col des cornues.

Fourneau. — *Pl.* 7. Instrument dont on se sert pour soumettre différentes substances à l'action du feu. Les fourneaux sont en terre cuite, en brique ou en fonte. On en distingue de plusieurs espèces.

1°. *Fourneau évaporatoire, fig.* 1re.

a a, foyer où se place le combustible.

b b, cendrier dans lequel se rassemblent les cendres du foyer.

c, porte du foyer.

d, porte du cendrier, que l'on ouvre à volonté pour livrer passage à l'air qui doit servir à la combustion.

e e e e, échancrures par lesquelles s'échappe l'air qui a servi à la combustion lorsque le fourneau est chargé d'une bassine ou d'une capsule, etc.

ff, anses du fourneau.

g g, grille du fourneau qui sépare le foyer du cendrier.

Ce fourneau est toujours formé d'une seule pièce.

2°. *Fourneau à réverbère, pl.* 7, *fig.* 2.

a a, foyer dont on voit la grille *o o*, *fig.* 3.

b b, cendrier.

c, *d*, portes du foyer et du cendrier.

e e, laboratoire, s'ajustant sur le foyer *a a*.

ff, dôme terminé par une cheminée *g*, et servant à réfléchir la chaleur sur la cornue *h h*, disposée comme on le voit dans le laboratoire *e e*.

t t, *fig.* 3, barres de fer servant à supporter la cornue *h h*.

l l, *fig.* 2 et *fig.* 3, échancrure pratiquée, partie dans la paroi du laboratoire, et partie dans la paroi du dôme, servant à laisser passer le col de la cornue *h h*.

n, *n*, *n*, *n*, anses du fourneau.

i i, *i i*, *i i*, bandes ou fil de fer dont on entoure le fourneau pour lui donner plus de solidité.

Fig. 3. Pièces du fourneau à réverbère séparées les unes des autres, et vues de côté.

On voit, d'après cette description, que le fourneau à réverbère est toujours formé de trois pièces; d'une pièce inférieure, où se trouve le cendrier et le foyer; d'une pièce intermédiaire ou laboratoire, et d'une pièce supérieure, ou réverbère, ou dôme.

3°. *Fourneau de coupelle.* — Fourneau quadrangulaire en terre, dont on se sert pour séparer l'or et l'argent des métaux avec lesquels ils sont alliés.

Pl. 7, *fig.* 4. Plan et élévation du fourneau de coupelle.

Fig. 7. Elévation sur le côté des diverses parties du fourneau, séparées.

Fig. 4. *l l*, cendrier dont les parois intérieures sont entaillées depuis sa partie supérieure jusqu'en *m m*.

g'', porte du cendrier.

e e e' e', prisme triangulaire creux, composé du laboratoire *e e* et du foyer *e' e'*, et dont la partie inférieure est reçue dans l'entaille *m m* du cendrier.

x x, *fig.* 8, grille en terre, percée de trous carrés, et placée à la partie inférieure du foyer *e' e'*, dont les parois se rétrécissent intérieurement pour lui servir de point d'appui, comme on le voit *fig.* 7.

g', *fig* 4, porte intérieure du foyer. Outre cette porte, il en existe deux de même grandeur sur les côtés.

g, porte servant à fermer l'ouverture d'une espèce de petit four qu'on appelle *moufle*. Cette moufle est destinée à contenir les coupelles ou petits vases poreux dans lesquels on place les matières qu'on veut essayer.

La *fig.* 6 représente une moufle vue de face et de côté, et renfermant deux petites coupelles *a' a'*.

a, *fig.* 7, représente cette même moufle placée dans le fourneau, et soutenue antérieurement par une saillie de la paroi de ce fourneau, et postérieurement par une brique *B* traversant l'ouverture *y y*, dans laquelle elle est assujettie par de la terre.

u, *fig.* 7, tablette rectangulaire en terre, faisant corps avec le fourneau, et permettant d'approcher et d'éloigner à volonté la porte *g* de la moufle.

h h, *fig.* 4, ouvertures ou registres par lesquels on introduit une tige de fer pour faire tomber le charbon dans l'intérieur du fourneau.

n n, dôme en forme de pyramide quadrangulaire, s'ajustant inférieurement au prisme *e e e' e'*.

o, porte en fer, munie de deux anneaux, et dont la paroi intérieure est recouverte de terre. Cette porte ferme une ouverture qu'on appelle *gueulard*: c'est par cette ouverture qu'on charge le fourneau.

Fig. 5. *ss*, crochet vu de face et de côté, s'engageant dans les anneaux *pp*, *fig.* 4, et servant à ouvrir le gueulard.

v v, *fig.* 4, anses du dôme.

rr, cheminée du dôme, que l'on surmonte ordinairement d'un tuyau en tôle, pour augmenter le *tirage* du fourneau.

iiiii, bandes de fer serrées avec des vis et des écrous, et servant à maintenir les différentes parties du fourneau.

Tel est le fourneau de coupelle dont on se sert ordinairement. Depuis peu, MM. Anfrye et d'Arcet en ont inventé un qui diffère du précédent, en ce qu'il est elliptique, que les dimensions sont moins considérables, et qu'il n'exige, pour chaque essai, qu'une très-petite quantité de charbon. Nous allons en donner la description.

Pl. 7, *fig.* 9. Plan et élévation de ce fourneau.

Fig. 11. Elévation sur le côté des diverses parties de ce même fourneau, séparées.

Fig. 9. *aa*, laboratoire; *bb*, foyer; *cc*, cendrier; formant ensemble une seule pièce qui repose sur une autre pièce additionnelle creuse *dd*, laquelle communique avec le cendrier, et est munie d'une ouverture *l*, pour donner passage à l'air.

Fig. 10. *f*, grille du fourneau en terre, séparant le foyer du cendrier.

Fig. 9. *i*, petite ouverture transversale par laquelle on introduit une tige de fer pour dégager la grille.

Fig. 11. *m*, moufle assujettie avec de la terre dans une rainure pratiquée à la paroi antérieure du fourneau.

g, porte de la moufle.

Fig. 9 *et* 11. *h*, tablette demi-circulaire, faisant corps avec le fourneau, et permettant d'approcher et d'éloigner à volonté la porte *g* de l'ouverture de la moufle.

Fig. 9. *l*, dôme s'adaptant au laboratoire *a a*.

n, ouverture par laquelle on introduit le charbon réduit en petits fragmens.

t, porte de l'ouverture *n*.

On surmonte le dôme *l* d'un tuyau en tôle de 9 à 10 décimètres de longueur, afin d'augmenter le tirage.

Lorsqu'on veut échauffer promptement le fourneau, on adapte à l'ouverture *p* du cendrier, *fig.* 11, un tuyau coudé que l'on fait communiquer avec le soufflet d'une forge ou d'une lampe d'émailleur. Dans ce cas, on ferme l'ouverture *e* de la pièce *dd*.

Les différentes pièces qui composent ce fourneau sont entourées de bandes de fer, pour en augmenter la solidité.

4°. *Fourneau de forge*, *pl.* 7, *fig.* 12.

e e e e, maçonnerie en brique.

f f, foyer dont les parois intérieures sont en briques réfractaires, recouvertes d'une couche épaisse d'argile infusible.

g g, grille.

h, creuset supporté par un fromage *i*, lequel repose sur la grille *g g*.

k k, cendrier.

l l l, tuyère apportant le vent d'un soufflet dans le cendrier *k k*.

m m, grille percée de plusieurs trous servant à distribuer également le vent du soufflet dans l'intérieur du fourneau.

Ce fourneau n'est donc composé, comme le fourneau évaporatoire, que d'un foyer et d'un cendrier ; il n'en diffère que par sa forme, et qu'en ce qu'il est alimenté d'air par un bon soufflet.

On se sert de fourneaux évaporatoires pour évaporer les liquides et pour faire différentes opérations qui n'exigent qu'un faible degré de chaleur. On les charge de charbon par la porte *c*, lorsqu'ils sont recouverts d'un vase qui ne permet point de les charger par l'ouverture supérieure.

On se sert du fourneau à réverbère lorsqu'on veut exposer les corps à un degré de chaleur beaucoup plus fort que celui qu'on peut produire dans un fourneau évaporatoire; on le charge constamment par la cheminée *g* ; quelquefois on surmonte cette cheminée d'un tuyau d'un à deux mètres de hauteur; on adapte la douille d'un soufflet à l'ouverture du cendrier *d*, pour pouvoir augmenter le feu. Les opérations qu'on fait dans ce fourneau s'exécutent presque toutes avec des cornues de grès, des tubes de porcelaine, et des creusets de terre ou de platine. On dispose les cornues et les tubes comme on le voit *pl.* 7, *fig.* 2, et *pl.* 13, *fig.* 6 : quant aux creusets, on les place sur un fromage qui repose immédiatement sur la grille.

Le fourneau de coupelle ne s'emploie pas fréquemment

dans les laboratoires : on en fait seulement usage pour séparer l'or et l'argent du cuivre et du plomb, et pour calciner ou oxider certains métaux ; on le charge d'abord par la porte *o*, et, dans le cours de l'opération, par la cheminée *rr*.

Enfin, l'on se sert du fourneau de forge toutes les fois qu'on veut soumettre un corps à un très-haut degré de chaleur; on place ce corps dans un creuset, et ce creuset, à l'aide d'un fromage, sur la grille de la forge, comme on le voit *pl.* 7, *fig.* 12 : il faut assujettir le creuset sur le fromage avec un lut infusible d'argile et de sable, et fixer de la même manière le couvercle que doit porter le creuset; ensuite on remplit la forge de charbon en partie allumé, et l'on souffle peu à peu. Il est essentiel de bien graduer le feu pour éviter la fracture du creuset : à cet effet, le tuyau *lll* se trouve muni d'un registre qu'on peut ouvrir plus ou moins, et qui permet de rendre le courant d'air plus ou moins fort. Lorsque le soufflet est très-grand, on en donne rarement tout le vent; on ne le donne tout au plus qu'à la fin de l'opération, pendant quelques minutes : autrement on courrait risque de fondre le creuset. Les opérations qui exigent le coup de feu le plus fort et le plus prolongé durent tout au plus deux heures, à dater du moment où l'on met le charbon dans la forge. Aussitôt qu'elles sont finies, on doit fermer le registre pour que l'air chaud ne s'élève point par le tuyau jusqu'au soufflet.

Il arrive assez souvent que les grilles des fourneaux sont engorgées de cendres à tel point que l'air ne passe plus que difficilement à travers; il arrive aussi quelquefois que le charbon s'arrête en quelque point du fourneau et ne tombe pas dans le foyer; on doit alors dégorger la grille et faire tomber le charbon avec un ringard ou tige de fer, en ayant soin d'ailleurs de ne point déranger les vases que l'on soumet à l'action du feu.

Outre ces fourneaux, on fait encore quelquefois usage, dans les laboratoires, d'un fourneau qu'on appelle *fourneau à vent* ou *fourneau de Macquer*. Ce fourneau est carré, et surmonté d'une très-haute cheminée qui en rend le tirage considérable, et qui permet de produire un haut

degré de feu, moindre cependant que dans le fourneau de forge: on le charge par une porte placée sur la face antérieure, immédiatement au-dessus du foyer. Nous n'en donnons point la description, parce que les opérations qu'on fait dans ce fourneau peuvent se faire, à plus forte raison, dans la forge.

Fromage ou *Tourte.* — Petit cylindre de terre cuite de 5 à 6 centimètres de diamètre, et de 2 à 3 centimètres d'épaisseur. On s'en sert pour élever les creusets au-dessus de la grille des fourneaux, et les exposer à la plus grande intensité de la chaleur.

Gazomètre. — (*Voy.* (287) Composition de l'eau.

Grilles en fil de fer. — On les place sur les fourneaux évaporatoires pour soutenir les fioles, etc., dans lesquelles on fait bouillir divers liquides.

Hotte. — Nom que l'on donne à la partie inférieure et évasée de la cheminée d'un laboratoire.

Laboratoire de chimie. — Lieu où les chimistes exécutent leurs opérations.

On choisit, pour un laboratoire, un lieu bien éclairé et à l'abri de l'humidité; il faut qu'on puisse y renouveler l'air à volonté. Sur l'un des côtés, où doit se trouver la cheminée, on fait construire une hotte *AAAA*, *pl.* 8.

Au-dessous de la hotte, on fait établir une paillasse *DDD* de même longueur, et d'environ 5 décimètres de hauteur sur 6 à 7 décimètres de profondeur.

A cet effet, on construit en briques plusieurs jambages *GG*, *GG*, *GG*, *GG*, sur lesquels on pose des barres de fer qui doivent servir à supporter un rang de briques que l'on assujettit convenablement avec du plâtre; on fait ensuite carreler la partie *DDD* de cette paillasse, et on la maintient au moyen d'une barre de fer plate *FF*, dont on scelle les deux extrémités dans le mur. Plusieurs chimistes font pratiquer dans cette paillasse des fourneaux carrés *E*, *E*, semblables à ceux dont on fait usage pour la cuisine; on pose sur ces fourneaux des grilles en fil de fer ou des triangles en fer, pour servir de support aux capsules ou autres vases que l'on expose à l'action du feu.

Lorsque l'on emploie les fourneaux *E*, *E* dont nous venons de parler, on établit, en briques, des cloisons hori-

zontales, *H*, *H*, à 8 ou 10 centimètres au-dessous de la surface inférieure de la paillasse : ces cloisons servent de cendrier aux fourneaux *E*, *E*. Au-dessous de ces cloisons, ainsi que dans les cases *TT*, on peut mettre du charbon, des fourneaux portatifs, etc. Sur l'un des côtés de la paillasse, on a soin de faire établir une forge *L'*, *L'*, qu'on alimente par un soufflet *SS* à deux vents, et dont le tuyau communique au cendrier de la forge (*Voyez* précédemment *Fourneau de forge*). Dans le mur de la cheminée, on fait sceller des tringles de fer pour suspendre les pincettes, les cuillers à projection, etc. A l'une des extrémités du laboratoire doit être un réservoir d'eau commune et une pierre à laver munie de son dégorgeoir : si l'on n'avait pas de réservoir, il faudrait avoir une fontaine de grès pour l'eau commune. Le fréquent usage qu'on est obligé de faire de l'eau distillée exige que l'on ait une seconde fontaine pour celle-ci.

Sur les côtés libres du laboratoire, on doit faire placer des armoires vitrées et garnies de rayons de différentes grandeurs pour y placer les flacons et les bocaux où l'on veut conserver différens produits : ces flacons et ces bocaux doivent être bouchés et étiquetés avec beaucoup de soin. Au milieu du laboratoire doit se trouver une table en bois de chêne munie de plusieurs tiroirs ; il faut que l'on puisse tourner librement autour : on se réglera, pour ses dimensions, sur celles du laboratoire.

La cuve hydrargiro-pneumatique, ainsi que la cuve hydro-pneumatique, doivent être placées dans le lieu le plus éclairé du laboratoire.

Pour peu que l'on ait d'opérations ou d'analyses à faire, il est presque indispensable d'avoir une ou deux pièces attenantes au laboratoire : ces pièces sont destinées à placer beaucoup de substances et d'instrumens que les vapeurs acides pourraient altérer. Ainsi, il faudra qu'elles soient munies de tables et d'armoires vitrées et garnies de rayons : il faudra surtout qu'elles soient à l'abri de l'humidité.

Au-dessus de ces armoires on place les cornues, les matras, les flacons, les creusets, les fioles à médecine, etc., etc.

Lampe à esprit-de-vin. — Lampe ordinaire dans laquelle on met de l'esprit-de-vin ou alcool au lieu d'huile.

Pl. 9 *fig.* 1. *Elévation et plan de la lampe à esprit-de-vin.* — On s'en sert particulièrement pour chauffer la cloche courbe, *pl.* 20 *fig.* 3, sur le mercure : il faut toujours, lorsqu'elle n'est plus allumée, en tenir la mèche couverte pour empêcher que l'esprit-de-vin ne se vaporise : sans cela elle ne prendrait feu que difficilement.

Lampe d'émailleur. — Instrument dont on se sert dans les laboratoires pour ramollir le verre et lui donner différentes formes.

Pl. 9, *fig.* 4. *Elévation sur l'angle de la lampe d'émailleur.*

AA, *AA*, table de bois.

BB, tiroirs de la table.

C, lampe en fer-blanc, placée sur la table et légèrement inclinée en devant.

D, cuvette où se rend l'huile qui tombe de la lampe.

Fig. 2. Lampe *C* séparée de la cuvette *D*.

BB, pieds de la lampe.

FF, pieds de la cuvette.

E, *fig.* 3, ouverture circulaire munie d'un couvercle, et servant à verser l'huile dans la lampe.

GG, ouverture triangulaire servant au passage de la mèche *H*, et se fermant par un couvercle en fer-blanc, de manière à ne laisser passer que la portion de mèche qui doit brûler.

LL, *fig.* 4, soufflet à deux vents, solidement assujetti sur les traverses *MM*.

N, marche ou pédale servant à faire mouvoir le soufflet, au moyen d'une corde *OOO* qui passe sur la poulie *P*, et vient s'attacher à la branche *R* du soufflet.

SS, conduit flexible en peau destiné à porter le vent du soufflet sur la flamme *F* de la lampe *C*. La peau est maintenue intérieurement par un fil de fer roulé en spirale.

T, petit tuyau en fer-blanc faisant suite au conduit *SS*.

Ce tuyau est solidement fixé sur la table, qui est trouée dans cet endroit.

I, autre petit tuyau coudé, terminé en pointe, et recevant à frottement le tuyau *T*.

Lorsque l'on veut courber un tube de verre à cette lampe, on la garnit d'une mèche de coton, et on la remplit d'huile de colza ou d'œillet, au moyen de l'ouverture *E*. On partage la mèche en deux faisceaux principaux, en ayant soin de laisser entre eux, et à leur partie inférieure, une petite quantité de coton. On allume cette mèche, et on fait agir le soufflet *LL*, *fig*. 4, en pressant avec le pied la marche ou pédale *N*. La flamme ayant la forme d'un jet très-allongé, et le degré de chaleur convenable, ce qu'on obtient en rapprochant plus ou moins les faisceaux et les éméchant, soit avec des ciseaux, soit avec une petite tige de fer, on saisit le tube par les deux extrémités, et l'on présente à l'extrémité du jet le point que l'on veut courber, en tournant continuellement le tube entre les mains. Par ce moyen, on l'échauffe peu à peu. Au bout de quelques secondes, on expose cette partie à l'endroit le plus chaud du jet, à-peu-près vers les deux tiers de sa longueur à partir de sa base, en ayant soin de tourner toujours le tube; bientôt elle se ramollit : alors on retire le tube de la flamme, et on lui donne une certaine courbure en appuyant légèrement sur ses extrémités; on l'expose de nouveau à la flamme, et on achève de lui donner la courbure que l'on desire. Ces notions ne peuvent servir qu'à donner une idée de la manière dont on fait usage de la lampe. On ne peut parvenir à travailler et souffler le verre facilement, qu'en prenant quelques leçons pratiques, et s'exerçant ensuite beaucoup à ce genre de travail.

A défaut de lampe, on peut encore courber des tubes en les exposant à la flamme qui sort par la cheminée d'un fourneau à réverbère plein de charbon allumé. Quand on n'a point l'habitude de se servir de la lampe, il vaut même mieux les courber ainsi, parce qu'on court moins le risque de les déformer ou de les aplatir.

Lime. — Instrument d'acier trempé, sur la surface duquel on a tracé en différens sens des raies qui s'entrecroisent et forment des proéminences auxquelles on a donné le nom de *dents*. On s'en sert dans les laboratoires pour user et diviser la plupart des métaux, et surtout pour polir et trouer les bouchons de liége et couper le verre.

Les limes varient par leur forme, leur grosseur et leur

finesse, en raison des usages auxquels on les destine. Il y en a de rectangulaires, de demi-rondes, de triangulaires et de coniques.

Pl. 9, *fig.* 5. Lime rectangulaire, employée pour user les métaux, et donner le dernier poli à la surface extérieure des bouchons de liége.

Fig. 6. Lime triangulaire appelée *trois-quarts*, servant ordinairement à couper les tubes de verre et les fils métalliques. Pour couper ainsi un tube de verre, il suffit d'entamer la surface du tube avec l'une des arêtes de la lime, de saisir le tube avec les deux mains, et de faire avec l'une et l'autre un effort tendant à rompre le tube en cette partie.

Fig. 8. Lime ayant la forme d'un cône très-allongé, appelée *queue-de-rat*. Cette lime s'emploie principalement pour trouer les bouchons de liége.

D'abord on perce le bouchon avec une tige de fer presque rouge que l'on enfonce dans le bouchon suivant son axe. Après l'avoir ainsi percé, on agrandit le trou avec la queue-de-rat : on pourrait à la rigueur faire immédiatement le trou avec cette queue-de-rat; mais on courrait le risque de déchirer le bouchon, ce qui n'arrive jamais en employant d'abord la tige de fer. Il faut avoir grand soin que la surface du trou soit bien cylindrique pour pouvoir s'appliquer exactement sur tous les points de la portion du tube qui doit le traverser à frottement. On facilite beaucoup l'introduction du tube dans le bouchon en le recouvrant d'un peu d'empois : cet empois étant une sorte de lut, sert en même temps à unir plus intimement le tube au bouchon.

Fig. 7. Lime demi-ronde : elle est plane d'un côté et convexe de l'autre ; on se sert de sa surface plane comme d'une lime rectangulaire, et de sa surface ronde comme d'une queue-de-rat ; mais on n'en fait usage sous ce dernier rapport que pour agrandir les trous faits par la queue-de-rat dans des bouchons à travers lesquels doivent passer des cols de cornue, etc.

On doit avoir un assortiment de toutes ces limes, et surtout de queues-de-rat.

Lingotière. — Ustensile dont on sert pour couler en lingots les substances métalliques fondues. La forme la plus

ordinaire de la lingotière est celle que l'on voit *pl.* 9, *fig.* 9.

Fig. 9. Élévation et plan de la lingotière.

C, manche de la lingotière.

FF, pieds de la lingotière.

GG, cavité de la lingotière.

Fig. 10. Coupe de la lingotière suivant la ligne *AB*.

Fig. 11. Profil et élévation de la pièce que l'on place dans la lingotière pour en diminuer à volonté la cavité et obtenir un lingot plus ou moins long.

Il y a des lingotières en fer, en fonte et en cuivre : leur grandeur varie suivant les dimensions des lingots que l'on veut obtenir. Lorsqu'on veut se servir de la lingotière, on la fait d'abord chauffer, et ensuite on enduit son intérieur de graisse ou de suif, afin d'empêcher le lingot d'y adhérer. Il faut surtout éviter l'humidité, qui, en se réduisant en vapeur, ferait jaillir le métal à une grande distance.

Quelquefois les lingotières sont formées de deux pièces, dans chacune desquelles on a pratiqué une ou plusieurs cavités demi-cylindriques ; on unit ces deux pièces de telle manière, que les demi-cylindres de l'une correspondent aux demi-cylindres de l'autre. On verse les matières dans ces sortes de lingotières par la partie supérieure, qui, pour cela, présente un évasement. C'est ainsi que, dans les pharmacies, on coule, sous la forme de cylindres, la pierre infernale ou le nitrate d'argent fondu : ces dernières lingotières devraient plutôt être connues sous le nom de *moules*.

Lut. — Substance que l'on applique en couches plus ou moins épaisses sur la surface de certains corps, soit pour les préserver de l'action du feu, et quelquefois de l'air, soit pour en boucher les interstices et les rendre imperméables.

Les principaux luts sont ceux qui résultent, 1°. de farine de graine de lin et de colle d'amidon ; 2°. d'argile et d'huile siccative ; 3°. de blanc d'œuf et de chaux ; 4°. d'argile et de sable.

Lut formé de farine de graine de lin et de colle d'amidon. — Rien de plus simple que la préparation de ce lut : elle consiste à broyer dans un mortier de la farine de graine

de lin avec la quantité de colle d'amidon suffisante pour faire une pâte bien homogène. C'est de ce lut qu'on se sert le plus souvent pour recouvrir les bouchons de liége qu'on adapte aux ouvertures des vases. On en applique une couche de quelques millimètres d'épaisseur, et on recouvre ensuite cette couche elle-même de quelques bandes de papier joseph enduit de colle.

Lut d'argile et d'huile siccative, ou *lut gras.* — Pour préparer ce lut, on fait calciner de l'argile, on la broie, on la tamise, ensuite on la met dans un mortier de fonte, et on l'incorpore peu à peu à de l'huile siccative (*a*) en la battant avec un pilon. La quantité d'huile doit être telle que le mélange ait la consistance d'une pâte ferme, et l'on doit le battre jusqu'à ce qu'il soit bien homogène et bien ductile. On renferme ce lut dans un vase ou dans de la vessie légèrement humide, pour empêcher qu'il ne se dessèche. Les usages du lut gras sont les mêmes que ceux du lut de graine de lin et de colle d'amidon ; on l'applique de la même manière, et on le recouvre de bandes de toile imbibées de blanc d'œuf et de chaux. Il résiste en général mieux que le précédent à l'action des gaz corrosifs ; mais il a l'inconvénient de se ramollir par l'action de la chaleur. Le temps qu'exige sa préparation fait qu'on lui préfère presque toujours le lut de farine de graine de lin et de colle d'amidon.

Lut de blanc d'œuf et de chaux. — Ce lut s'obtient en mêlant ensemble, dans une capsule ou un mortier peu profond, des blancs d'œuf et de la chaux vive en poudre fine. On en imbibe des bandes de linge dont on recouvre l'un ou l'autre des luts précédens. Rarement on applique ce lut immédiatement sur les bouchons. On peut cependant s'en servir avec avantage pour enduire les bouchons avant de les introduire dans le col de la cornue. On doit l'appliquer à l'instant où l'on vient de le préparer, parce qu'il se durcit très-promptement.

(*a*) On prépare l'huile siccative en faisant bouillir de l'huile de lin ou d'œillet avec environ le seizième de son poids de litharge en poudre. On continue l'ébullition à un feu modéré, jusqu'à ce que l'écume qui se forme commence à roussir ; on retire alors le mélange du feu ; on laisse reposer l'huile, et on la décante.

Lut d'argile et de sable. — Pour faire ce lut, on détrempe de l'argile avec de l'eau, on y incorpore le plus possible de sable passé au tamis de crin, et l'on malaxe avec les mains l'espèce de *magma* qui en résulte. On l'applique en couches plus ou moins épaisses sur les cornues ou les tubes que l'on veut préserver de l'action immédiate du feu; ensuite on expose ces vases à l'air, ou bien à une chaleur douce, pour les faire sécher : s'il se faisait des gerçures, on les remplirait avec du lut frais, et si les gerçures étaient trop petites, il faudrait les agrandir et en mouiller les parois, afin de lier parfaitement le nouveau lut avec l'ancien.

On fait encore usage d'une espèce de lut qu'on doit plutôt appeler mastic, et qui est composé de 4 parties de brique pilée, de 3 de résine, et de 1 de cire jaune.

On le prépare en fondant ces trois substances dans une chaudière de fer ou de cuivre à une légère chaleur, et agitant le mélange avec une spatule; on l'applique, à l'aide d'un pinceau, sur le corps que l'on veut luter; il se fige très-promptement : aussitôt qu'il est refroidi, on l'unit avec un fer chaud. Ce lut ou mastic est surtout employé dans la construction des piles voltaïques (1er volume, pag. 121.)

Machine pneumatique. — Instrument dont on se sert pour faire le vide dans un vase ou en retirer l'air.

Pl. 10, *fig.* 1, 2, 3, *et* 4. Plan, coupe et élévation de la machine pneumatique.

Fig. 2, *U*, cloche ou récipient de verre dans lequel on se propose de faire le vide.

PP, plateau circulaire en cuivre recouvert d'un disque de glace bien uni, et servant de support à la cloche *U*.

CC, corps de pompe en verre ou en cuivre.

LL' L''L''', conduit établissant une communication entre la cloche *U* et le corps de pompe *CC*. L'une des extrémités *L'''* de ce conduit porte un pas de vis extérieur destiné à entrer dans l'écrou du robinet d'un ballon dans lequel on voudrait faire le vide, et l'autre extrémité se termine à son entrée dans le corps de pompe *CC* par une ouverture conique *N*.

D, piston se mouvant dans le corps de pompe *CC*.

Fig. 5. Coupe perpendiculaire du piston *D* vu plus en grand,

DDDD, rondelles de cuir fortement serrées entre deux plans circulaires de cuivre, et formant le corps du piston.

B, ouverture circulaire pratiquée dans l'axe du piston.

C, clapet métallique, s'ouvrant de bas en haut, et servant à fermer l'ouverture *B*.

C'C', *fig.* 4, second corps de pompe de la machine pneumatique, et communiquant, comme le premier, avec la cloche *U*, au moyen du conduit *LL' L'' L'''*.

Pour cela, le conduit *L L' L'' L'''* se bifurque près des deux corps de pompe au point *L*, pour se rendre dans l'un et dans l'autre.

D', piston se mouvant dans le cylindre *C' C'*.

A A', traverse en cuivre, sur laquelle sont fixés les corps de pompe *C C*, *C' C'*, et les montans *VV*, *VV*.

B B, *B' B'*, crémaillères portant à leur extrémité inférieure les pistons *D D'*.

AA, boîte en cuivre formée de deux pièces, assemblées au moyen de vis *a a*, et fixées sur les deux montans *VV*, *VV* au moyen de vis *KK*. Cette boîte est percée de quatre trous, savoir: deux à travers lesquels passent les montans, et deux à travers lesquels passent les crémaillères.

H, roue dentée qui engraine avec les crémaillères *B B*, *B' B'*, et dont l'axe a ses points d'appui sur les deux pièces de la boîte *AA*.

II, double manivelle servant à faire mouvoir la roue dentée *H*, et disposée comme on le voit *fig.* 1 *et* 3.

E E, *fig.* 2 *et* 3, tige de cuivre traversant à frottement le piston *D*, et portant à son extrémité inférieure une soupape conique *F* destinée à fermer l'ouverture *N* par l'abaissement du piston *D*, et à l'ouvrir ou à mettre le conduit *L L' L'' L'''* en communication avec le corps de pompe par l'élévation de ce même piston.

G, petit disque de cuivre faisant corps avec la tige *E E*, et servant à régler le jeu de la soupape *F*.

Le piston *D'* est traversé par une tige *E' E'* semblable à la tige *E E*, et remplissant les mêmes usages.

MM, *fig.* 6, robinet principal percé de deux trous : l'un *O*, perpendiculaire à son axe, sert à établir la communication entre le corps de pompe *C C*, *C' C'*, *fig.* 1, et la cloche *U*; l'autre, *R R'*, parallèle au même axe, et légèrement courbe, sert à établir la communication entre l'air extérieur et la cloche *U*. (*Voyez* la position de ce robinet dans le plan.)

T, bouchon en cuivre légèrement conique, servant à boucher l'ouverture *RR'*.

S S, *fig.* 2 *et* 3, baromètre tronqué appelé *éprouvette*, placé verticalement sur une échelle en cuivre graduée, et recouvert d'une petite cloche en verre. Cette éprouvette communique avec le conduit *LL'L'' L'''* au moyen du robinet *X*, et sert à indiquer jusqu'à quel point on a fait le vide dans la cloche *U*.

S S, *fig.* 7, éprouvette vue plus en grand.

Z Z Z, pieds en cuivre servant à fixer la machine sur son support.

Lorsque l'on veut faire usage de cette machine pour faire le vide dans la cloche *U*, on dresse cette cloche, c'est-à-dire, qu'on en use et qu'on en polit les bords avec le plus grand soin, afin qu'ils puissent s'appliquer le plus exactement possible sur la platine ou sur le plateau *P P*; ensuite on enduit ces bords d'un corps gras, tel que du suif, pour en boucher les interstices, ainsi que ceux du plateau; on pose alors cette cloche *U*, *fig.* 1re, sur le plateau, en la pressant avec les deux mains pour rendre le contact le plus parfait possible; on établit la communication entre les corps de pompe et le récipient au moyen du robinet principal *M*; on établit également, au moyen du robinet *X*, la communication entre l'éprouvette *SS* et la cloche *U*; on fait agir la double manivelle, et au même instant voici ce qu'on observe : lorsque l'un des pistons, par exemple, le piston *D*, *fig.* 3, s'élève, la soupape *F* s'ouvre, et le clapet *C*, *fig.* 5, se ferme; lorsque le même piston s'abaisse, cette soupape *F* se ferme et le clapet *C* s'ouvre : ce qui se passe dans le corps de pompe *C C* se passe également dans le corps de pompe *C' C'*. Il est facile de se rendre compte de tous ces effets. Quand le piston *D* s'élève, il opère un vide dans le corps de pompe *C C*, et

lève la soupape F, comme nous l'avons dit ci-dessus : il y a alors communication entre le récipient et le corps de pompe; une portion de l'air du récipient entre donc dans ce corps de pompe. Lorsque le piston D s'abaisse, il ferme la soupape F; par conséquent une portion d'air se trouve comprimée entre le fond du corps de pompe et le corps du piston D; cet air ne pouvant s'échapper par la soupape F qui se trouve fermée, ne peut sortir que par le clapet C, *fig.* 5; il le soulève, et passe, par l'ouverture B du piston D, dans la partie supérieure du corps de pompe; le piston, arrivé au point le plus bas de sa course, se relève, et pousse au dehors tout l'air situé au-dessus de lui. En effet, cet air ne peut plus repasser par l'ouverture B du piston, puisqu'elle est alors fermée par le clapet : il est donc obligé de s'échapper par les différentes ouvertures qui servent de passage à la tige EE et à la crémaillère BB; mais en même temps que le piston D se relève et chasse cet air, il se fait de nouveau un vide dans la partie inférieure du corps de pompe; la soupape F s'ouvre, et permet à une nouvelle quantité de l'air du récipient de remplir le vide produit par le piston D. En faisant mouvoir ainsi les pistons, il arrive une époque à laquelle le mercure descend dans la branche fermée, et monte dans la branche ouverte de l'éprouvette, signe qui indique que l'air de la cloche est très-rare; il parvient ainsi peu à peu dans cette dernière branche à la même hauteur que dans la première, à un millimètre près : alors le vide est aussi parfait qu'il est possible de le faire par la meilleure machine connue jusqu'à présent. Cette pression d'un millimètre, qu'il est impossible d'empêcher, est produite par une petite quantité d'air qui reste dans la cloche, ou plutôt par un peu de vapeur d'eau. On s'y prendrait de la même manière pour faire le vide dans un ballon à robinet, si ce n'est qu'il faudrait le visser sur le pas de vis L''' qui termine le conduit $LL'L''L'''$. Dans tous les cas, il est essentiel d'employer des vases bien secs.

Manomètre. — Nom donné à un baromètre que l'on emploie pour mesurer le ressort d'un gaz contenu dans un vase fermé. Le vase doit d'ailleurs être muni d'un couvercle en cuivre très-large, qui permet d'y introduire

divers corps, et d'un robinet à l'aide duquel on peut retirer et examiner à volonté une portion du gaz en contact avec ces corps.

Pl. 11, *fig.* 1re. Projection verticale d'un manomètre.

A, bocal de verre à large ouverture.

B, garniture en cuivre, dont l'intérieur forme écrou pour recevoir la plaque de cuivre *DD* qui sert à fermer le bocal *A*.

L'extrémité du pas de vis intérieur de la garniture *B* est munie d'une rondelle en cuir qui, se trouvant comprimée lorsqu'on vient à visser la plaque *P*, contribue à fermer exactement le manomètre.

Fig. 2. Couvercle *DD* vu de face.

P, *fig.* 3, clef dont les échancrures *OO* se fixent sur les boutons *FF* de la garniture *B*. La même figure présente la clef *P* vue de profil.

N, *fig.* 4, autre clef dont la tête carrée *L* embrasse le bouton de même forme *E* du couvercle *DD*, *fig.* 2.

La clef *P*, *fig.* 3, sert à maintenir le vase *A* tandis que l'on fait tourner et que l'on serre le couvercle *DD* avec la clef *N*.

Fig. 1. *G*, crochet fixé au couvercle *DD*. On attache ordinairement au couvercle trois crochets auxquels on peut suspendre un thermomètre, un hygromètre, etc.

II, baromètre à siphon fixé dans la douille *H* à l'aide d'un mastic dur.

K, échelle mobile en laiton, embrassant le tube du baromètre *II* par deux anneaux *MM* non fermés et faisant ressort.

QQ, rondelle de bois traversée par trois vis *RRR* servant à mettre le baromètre dans une situation verticale.

S, fil à-plomb au moyen duquel on juge si le baromètre est vertical, en le mirant successivement dans deux positions faisant entre elles un angle droit.

U, robinet destiné à donner issue à l'air du bocal *A* quand on veut l'examiner. Ce robinet a deux pas de vis en *V* au-dessus de son collet, l'un interne et l'autre externe; sa clef doit avoir un trou de douze millimètres de diamètre au moins, pour que l'écoulement de l'eau du tube puisse se faire aisément.

A, *fig.* 5, soucoupe en cuivre que l'on remplit d'eau distillée : cette soucoupe se monte sur le pas de vis extérieur du robinet *U*.

BB, tube de verre gradué que l'on remplit d'eau distillée, et que l'on ajuste, au moyen de la virole *C* en cuivre, sur le pas de vis intérieur du collet *V* du robinet *U*.

Fig. 6. Coupe du tube gradué, de la soucoupe et du robinet, réunis et vissés sur l'appareil.

Fig. 7. *C*, bouchon en cuivre muni d'une rondelle de cuir, et s'ajustant sur le pas de vis intérieur *V* du robinet *U*.

Fig. 7. Elévation et plan du robinet *U*, séparé de la plaque *D* et du bouchon *C*.

On voit, *fig.* 1re, le bouchon *C* mis en place.

On visse facilement le bouchon *C* au moyen de la tige carrée *X* de la clef *N*, *fig.* 4, qui s'insère dans une cavité de même forme de ce bouchon.

L'usage du bouchon *C* est d'intercepter la communication de l'air extérieur avec le manomètre pendant que le robinet *U* est ouvert.

On tient le robinet *U* ouvert pendant la durée des expériences, afin que l'air contenu dans le trou de ce robinet soit dans les mêmes circonstances que celui qui se trouve dans l'intérieur du bocal *A*.

Marmite de Papin. — Instrument dont on se sert pour exposer à une très-haute température des liquides ou autres substances, sans qu'ils puissent se vaporiser.

Pl. 11, *fig.* 8. *A*, vase cylindrique creux de cuivre très-épais, portant à sa partie supérieure un rebord *TT*.

BB, couvercle de ce vase, muni d'un crochet *C* auquel on peut suspendre différens corps.

G, ouverture du couvercle.

Fig. 10. *EE*, bride en fer dont les extrémités recourbées *MM* s'engagent sous le rebord du vase *A*.

DD, vis servant à comprimer le couvercle *BB* au moyen de la bride *EE*.

FF', *fig.* 11. Levier destiné à fermer l'ouverture *G* du couvercle au moyen d'un poids *P*, *fig.* 9, qu'on suspend à son extrémité *F'*. Ce levier est muni en *G'* d'un bouton

aplati en fer qui s'applique immédiatement sur l'ouverture *G*.

H représente le même levier vu de profil.

Fig. 9 *II*, anneaux servant de point d'appui à l'extrémité *F* du levier *FF'*.

L, cavité creusée dans l'épaisseur du couvercle *BB*, et destinée à recevoir la boule d'un thermomètre.

Veut-on se servir de cette machine pour soumettre l'eau à un haut degré de chaleur, on la remplit de ce liquide; on place ensuite une rondelle de carton entre le couvercle et le bord supérieur de la marmite, afin de multiplier le plus possible les points de contact; on comprime fortement le couvercle *B* au moyen de la vis *DD*, et on ferme l'ouverture *G* avec le levier *FF'*, que l'on place comme on le voit *fig.* 9. La marmite étant ainsi disposée, on la met dans un fourneau, où l'on fait du feu. L'eau s'échauffe peu à peu, et reste liquide jusqu'à ce que sa force expansive soit assez considérable pour soulever le levier *FF'*; en sorte que, plus le poids situé à l'extrémité de ce levier sera fort, et plus l'eau pourra s'échauffer sans se vaporiser. Si, lorsqu'elle est parvenue à 3 ou 400°, on retire le levier, elle s'échappe avec impétuosité en produisant un grand sifflement, et forme en s'élançant dans l'air, un cône renversé de vapeurs.

Matras. — Vase de verre à long col, dont le corps est le plus souvent rond, *pl.* 11, *fig.* 11, quelquefois ovoïde, *fig.* 14. Les matras portent assez souvent une ou plusieurs tubulures, comme on le voit *fig.* 12. Leur grandeur varie depuis un demi-décilitre jusqu'à 15 et 16 litres.

On emploie les matras non tubulés pour faire des digestions ou macérations, pour préparer certains gaz, tels que le chlore (1er volume, pag. 209). Ceux qui sont tubulés servent de récipient dans plusieurs circonstances, et surtout dans les distillations où l'on a à recueillir des produits gazeux et des produits liquides ou solides. On se sert particulièrement de ceux qui sont ovoïdes pour les essais d'or. Les anciens se servaient d'une espèce de matras à fond plat et à col très-long, *fig.* 13, qu'on appelait *enfer de Boyle* : aujourd'hui il n'est plus d'usage.

Mortier. — Vaisseau qui sert à contenir les substances

que l'on veut concasser ou pulvériser au moyen du pilon. Les mortiers sont en fer, en fonte, en laiton, en marbre, en porcelaine, en verre et en agate ou silex. Leur forme et leur grandeur varient. On doit avoir, dans un laboratoire, un assortiment de mortiers. Les pilons sont de même nature que les mortiers, excepté ceux des mortiers de marbre qui sont en bois.

Pl. 12 *fig.* 2. Mortier de fonte ou de laiton.

GG, cavité du mortier.

CC, anses du mortier.

Fig. 3. *EE*, mortier de marbre.

GG, cavité du mortier.

HHHH', anses du mortier. L'anse *H'* est munie d'une rigole *I* servant à verser le liquide contenu dans le mortier.

Fig. 4. *LL*, mortier de porcelaine.

Fig. 5. *MM*, mortier d'agate. *N*, pilon de ce mortier.

Les mortiers de porcelaine, de verre et d'agate, ne pouvant soutenir, à cause de leur fragilité, les chocs réitérés du pilon, on doit, toutes les fois qu'on s'en sert, faire agir circulairement le pilon, c'est-à-dire, triturer. Il est essentiel aussi que le mortier dont on se sert soit bien solide, et ne puisse point réagir sur le corps à pulvériser ; quelquefois on le recouvre d'une peau pour contenir le corps qu'on pulvérise : alors le pilon passe à travers cette peau.

Obturateur. — Plan circulaire de verre que l'on place sous les éprouvettes ou les cloches remplies de gaz ou de liquides, pour les transporter d'un lieu dans un autre. Il y en a de plusieurs grandeurs.

Papier non collé. — On fait usage de cette espèce de papier dans les laboratoires pour filtrer ou clarifier les liquides troubles (voy. *Filtre*) : on doit toujours en avoir plusieurs mains à sa disposition. Il est blanc ou gris : le premier est bien plus souvent employé que le second, et est connu sous le nom de *papier joseph.*

Pelle à braise. — Pelle en tôle, munie d'un manche en bois : on s'en sert pour mettre du charbon dans les fourneaux.

La *pl.* 12, *fig.* 7, représente cette pelle de face et de côté.

Pèse-liqueur. — Instrument de verre dont on se sert

pour déterminer d'une manière approximative la pesanteur spécifique des liquides. (*Voyez*, pour sa construction, les ouvrages de physique.)

Pile voltaïque ou électrique. — Instrument propre à produire un grand nombre de décompositions, et dont nous avons donné la théorie 1er vol., p. 116. L'on a construit un assez grand nombre de piles de formes différentes; mais elles ne présentent point toutes, à beaucoup près, les mêmes avantages. Celle qui mérite la préférence est la pile dont il a été question 1er vol., p. 122, sous le n°. 69 *bis*. pile que M. Children a construite le premier d'après le conseil de M. Wollaston, et avec laquelle il a obtenu, en employant de larges plaques, des effets si considérables (131 *bis*).

Chaque élément est formé d'une plaque de zinc et d'une plaque de cuivre, comme à l'ordinaire; mais les plaques, au lieu d'être placées l'une sur l'autre ou superposées (69), ne se touchent que par leurs extrémités. La plaque de cuivre a la même largeur que la plaque de zinc, et est à-peu-près deux fois aussi longue; elles sont rectangulaires, surmontées d'une petite lame pour les réunir, *pl.* 7 *bis*, *fig.* 1, et disposées, comme on le voit par la *fig.* 2, qui représente la coupe verticale d'un élément, et dans laquelle *aaa* désigne la plaque de zinc, et *bbbb* la plaque de cuivre. D'ailleurs, la position réciproque des élémens est telle que la plaque de zinc de l'un se trouve située entre la plaque recourbée de cuivre de l'élément voisin sans la toucher : c'est ce que représente la *fig.* 3, où les élémens zinc sont toujours désignés par les lettre *a*; et les élémens cuivre par les lettres *b*.

La *fig.* 4 offre un élément vu de face; la *fig.* 5, une pile toute entière : voici les différentes parties qui composent cette pile.

a,a,a, lames de zinc des élémens.

b,b,b,b, lames de cuivre des élémens : leur partie courbe est percée de petits trous pour laisser écouler le liquide quand on les retire des auges. (Voyez, *fig.* 4, *b'*, *b'b'*, *b'b'*.)

c, petite pièce de bois demi-cylindrique en-dessous, et présentant au-dessus une rainure longitudinale, destinée à

recevoir et à fixer l'extrémité inférieure de la lame de zinc. Cette pièce est placée dans la courbure de la plaque de cuivre, et est aussi longue que cette plaque est large. (*Voy.* cette petite pièce détachée, *fig.* 6.)

dd, deux autres petites pièces de bois semblables à la précédente, et dont la position est inverse de celle-ci, comme on le voit dans la *fig.* 1re, qui représente une lame de zinc vue de face. L'une de ces pièces s'étend de *a* en *a'*, et l'autre de *b* en *b'*. Toutes deux reçoivent dans leur rainure le haut de la plaque, et servent à la maintenir entre les deux lames de la plaque de cuivre.

eeee, caisses en bois de chêne pour mettre le liquide excitateur : il y en a autant que d'élémens; elles sont couvertes intérieurement d'une couche de mastic, et sur ce mastic se trouvent appliquées des lames de verre qui empêchent le liquide de parvenir jusqu'au bois. Ces lames se voient en *ffff*.

gg, niveau du liquide excitateur.

H,H, pièce de bois un peu plus longue que la pile, et placée immédiatement au-dessus d'elle.

ii, boulons passant à travers la pièce de bois *HH*, et à travers les deux parties superposées des plaques de cuivre et de zinc qui composent chaque élément : ces boulons sont munis à leur partie supérieure d'un pas de vis pour fixer des plaques au moyen des écrous *l,l*.

mmm, fils métalliques servant de conducteur.

nn, tubes de verre à travers lesquels passent les fils, et assujettis à la pièce de bois *HH* avec des pièces de cuivre *oo*.

p, autres petits tubes de verre mobiles pour saisir les fils, les rapprocher et les éloigner à volonté. Ces tubes sont fermés par des bouchons.

RR, support de la pile.

Pour se servir de cet appareil, la pièce de bois *H,H* étant soulevée, l'on commence par mettre le liquide excitateur dans les auges ou les caisses; ensuite l'on met les fils conducteurs en contact avec le corps qu'il s'agit de soumettre à l'expérience, puis l'on abaisse la pièce de bois de manière à faire pénétrer les plaques dans les caisses, comme la *fig.* 5 l'indique. Cette manœuvre se fait facile-

ment au moyen de cordes qui partent des extrémités de la pièce de bois, et qui se meuvent sur une poulie placée à une certaine hauteur. Il est possible même de faire communiquer plusieurs piles ensemble à la manière ordinaire, vol. 1, p. 124, et de lier les différentes pièces de bois *H*,*H* de ces piles à d'autres pièces qui seront placées au-dessus d'elles en travers, comme celles dont l'on voit les extrémités en *H'*,*H'*.

Pince, *pincette*. — La pincette la plus employée dans les laboratoires est celle qui est représentée, *pl.* 12, *fig.* 8 : on la connaît sous le nom de *fer à moustache*.

Pince à creuset.— Cette pince ne diffère des pinces ordinaires qu'en ce que ses dimensions sont plus considérables, et que ses deux branches *AD*, *AD*, *pl.* 12, *fig.* 9, sont recourbées à angle droit en *A*, et se terminent par un arc de cercle *B*,*B* destiné à embrasser le creuset lorsqu'on rapproche l'une de l'autre les deux branches *AD*, *AD*. On s'en sert pour retirer des fourneaux les creusets incandescens.

Pinces à cuillers. — *Pl.* 12, *fig.* 6. Pinces dont les deux extrémités inférieures sont écartées par un ressort *D*, et dont les deux extrémités supérieures *A* sont terminées par deux cavités en forme de cuillers qui s'appliquent exactement l'une sur l'autre. On s'en sert pour porter des substances réduites en poudre dans la partie courbe de petites cloches, *pl.* 20, *fig.* 3, pleines de gaz et de mercure.

Pipette. — *Pl.* 12, *fig.* 10. Boule de verre à laquelle sont soudés, d'une part, un tube recourbé *AB*, et, d'une autre part, un tube *DC* effilé à son extrémité *C*. On emploie la pipette pour décanter de petites quantités de liqueur. A cet effet, on plonge l'extrémité *C* de la pipette dans la liqueur que l'on veut décanter; on opère un mouvement de succion au point *A*, et on continue à sucer jusqu'à ce que la boule soit remplie de liquide; alors on ferme promptement, avec le doigt ou la langue, l'extrémité *A*; on retire la pipette de la liqueur; on porte l'extrémité *C* au-dessus du vase ou du filtre qui doit recevoir le liquide; on débouche l'extrémité *A*, et la liqueur s'écoule par l'extrémité *C*.

Porphyre. — Instrument au moyen duquel on réduit

diverses substances solides en poudre presque impalpable. Un porphyre se compose d'une table de granit, de porphyre ou de toute autre pierre très-dure, et d'une molette *DD*, *pl.* 12, *fig.* 1re, de la même nature que la table. Plus la table et la molette sont dures et polies, et meilleur est le porphyre. Cependant il existe des porphyres en verre; mais on ne doit s'en servir que pour réduire en poudre les substances qui ont peu de cohérence.

Lorsqu'on veut porphyriser une substance quelconque, on la place sur la table du porphyre, et on la triture avec la molette. Comme, par le mouvement circulaire qu'on imprime à celle-ci dans la trituration, on finit par étendre la substance sur presque toute la surface de la table, et la faire adhérer tant à cette surface qu'à celle de la molette, il faut la détacher de temps en temps et la rassembler au centre de la table avec un couteau long et flexible de fer, de corne ou d'ivoire.

Pyromètre. (*Voy.* 1er vol., p. 57.)

Râpe. — Espèce de grosse lime dont les dents sont très-proéminentes. On sen sert pour râper les bouchons lorsqu'il faut en diminuer beaucoup le volume.

Siphon. — Instrument à l'aide duquel on peut transvaser les liquides. Les siphons sont en verre ou en métal, et ont différentes formes. Ceux qu'on emploie dans les laboratoires sont toujours en verre, et consistent tantôt en un tube courbé, comme on le voit *pl.* 12, *fig.* 11, dont les branches *AC* et *AD* sont d'inégale longueur; tantôt en un tube semblable, auquel on a soudé en *E* un autre tube *EF*, *fig.* 13 : le premier porte le nom de *siphon simple*, et le second celui de *siphon double.* On n'emploie presque jamais l'un et l'autre que pour séparer les liquides des matières solides que ceux-ci ont laissé déposer.

Il n'y a qu'une manière de se servir du siphon double : on plonge la branche *AC*, *fig.* 13, dans le liquide à décanter; on ferme l'extrémité *D* avec le doigt, et on opère un mouvement de succion à l'extrémité *F*. Le liquide s'élève et ne tarde pas à remplir les branches *CA* et *AD* : alors on cesse d'aspirer, on ôte le doigt, et l'écoulement du liquide a lieu.

Il y a deux manières de se servir du siphon simple : la

première consiste à plonger la branche la plus courte, *AD*, *fig.* 11, dans le liquide, et à aspirer l'air du tube avec la bouche par l'extrémité *C* de la branche *CA*. Lorsque le liquide est arrivé au point *C*, on ôte le tube de la bouche, et le liquide s'écoule comme précédemment. La seconde manière consiste à remplir le siphon d'eau, etc., à fermer l'extrémité *C* avec le doigt, à plonger la branche *AD* dans le liquide, et à déboucher l'extrémité *C*.

On peut faire usage du siphon double dans toutes les circonstances, soit qu'on ait à décanter un liquide insipide ou caustique, soit qu'on veuille recueillir ou rejeter ce liquide. On ne peut faire usage du siphon simple, comme nous l'avons dit d'abord, qu'autant que le liquide n'est point caustique, et qu'on ne se propose point de le recueillir, du moins tout entier; car alors une portion du liquide arrive nécessairement dans la bouche. On peut s'en servir, comme nous l'avons dit en second lieu, dans presque toutes les circonstances. Dans tous les cas, il faut rapprocher le plus possible la branche *AD* du dépôt, mais de manière cependant que celui-ci ne soit point entraîné. Supposons, pour plus de clarté, que l'on veuille décanter, au moyen d'un siphon ordinaire, le liquide *E* de dessus le dépôt *GG*, *fig.* 12, par le premier des deux procédés que nous avons précédemment indiqués : on plongera d'abord la branche la plus courte *AD* dans la liqueur *E*, jusqu'à la profondeur de 4 à 5 centimètres; ensuite, après avoir rempli le siphon de liquide par un mouvement de succion, on enfoncera peu à peu la branche *AD* jusqu'auprès du dépôt *GG*. (*Voyez*, pour la théorie du siphon, les ouvrages de physique.)

Support. — Colonne ou cylindre de bois dont on se sert pour soutenir à une hauteur convenable les différentes pièces qui composent un appareil.

Tamis. — Toile en soie ou en crin, tendue au moyen de deux cylindres de bois, s'emboîtant l'un dans l'autre, *pl.* 13, *fig.* 1.

GG, cylindre inférieur.

AA, cylindre supérieur s'emboîtant dans le cylindre *GG*.

EE, toile de soie ou de crin, portant à sa circonférence

un petit bourrelet à l'aide duquel elle est retenue dans l'emboîture des cylindres *GG*, *AA*.

Quelquefois la substance à tamiser est dangereuse à respirer, et peut se disperser dans l'air à cause de sa grande ténuité : alors, au lieu d'employer le tamis, *fig.* 1, on se sert du tamis dont on voit les parties séparées *fig.* 2, et qu'on appelle *tamis couvert* ou *tamis à tambour.*

CC, cylindre creux en bois, fermé inférieurement par une peau tendue au moyen du cylindre *C'C'*.

AA, autre cylindre creux en bois, fermé inférieurement par une toile en soie ou en crin, tendue par le cercle *A'A'*.

BB, troisième cylindre creux en bois recouvert supérieurement par une peau tendue au moyen du cercle *B'B'*. Ces trois cylindres s'emboîtent les uns dans les autres. On met la substance à tamiser dans le cylindre *AA*, qui n'est autre chose que le tamis proprement dit : elle est reçue dans le cylindre inférieur, qui prend le nom de *fond*, et retenue par le cylindre supérieur qu'on appelle *couvercle.*

On se sert des tamis pour obtenir en poudre d'une grosseur uniforme les substances que l'on a d'abord broyées ou pilées dans un mortier.

Il y a des tamis de différentes grandeurs et de différente finesse.

Thermomètres. (*Voyez* 1er volume, p. 56.)

Terrine. — Vase conique de grès ou de terre vernie, *pl.* 13, *fig.* 3. Il y en a de plusieurs grandeurs; les terrines de grès sont employées pour recevoir différens liquides, et principalement ceux qu'on veut faire cristalliser. On s'en sert aussi assez souvent pour recueillir les gaz sur l'eau, au moyen d'un têt troué dans son fond et échancré sur les côtés, etc. Ces vases supportent difficilement l'action du feu.

Têt. — *Pl.* 13, *fig.* 4. Capsule en terre dont on se sert pour calciner des métaux, des mines métalliques, des charbons végétaux, animaux, etc. Quelquefois on en perce le fond, et on en échancre le côté, pour recueillir les gaz dans une terrine ou capsule en partie pleine d'eau, ainsi que nous venons de le dire. (Voyez *Cuve pneumato-chimique.*)

Tourte. Voyez *Fromage.*

Tube. — Tuyau plus ou moins cylindrique, beaucoup plus long que large. On ne se sert presque jamais dans les

laboratoires que de tubes de fer, de platine, de porcelaine, et surtout de verre.

1°. *Tubes de fer.* — Les tubes de fer dont on fait usage ne sont ordinairement que des portions de canons de fusil ou des canons de fusil entiers, dont on a enlevé la culasse. On les emploie principalement pour extraire le potassium et le sodium, et alors on les recouvre d'un lut infusible. (Voyez *Lut*, p. 338.)

2°. *Tubes de porcelaine.* — Ces sortes de tubes ont 7 à 8 décimètres de long, et 1 à 3 centimètres de diamètre intérieur. Leur épaisseur varie : les moins épais sont les meilleurs. Tous doivent être vernis intérieurement : sans cela, ils ne seraient point imperméables aux gaz. Quelquefois les tubes de porcelaine sont légèrement courbés. On se sert des tubes de porcelaine pour exposer les gaz et les liquides à l'action d'une haute température, ou bien encore pour mettre ces sortes de corps en contact à cette même température avec des corps solides. Pour cela, on dispose horizontalement ou presque horizontalement ce tube dans un fourneau, comme on le voit *pl.* 13, *fig.* 6. Lorsque ce tube est rouge, on fait arriver les gaz ou les liquides en vapeurs par une de ses extrémités, et on en reçoit le produit par l'autre. Dans les cas où l'on voudrait les faire réagir sur un corps solide, on mettrait celui-ci dans le tube même, pourvu qu'il fût fixe ou très-peu volatil.

3°. *Tubes de platine.* — Les tubes de platine que l'on a faits jusqu'à présent sont un peu moins longs et un peu moins larges que les tubes de porcelaine. Ils sont très-peu épais. On n'en fait presque jamais usage, parce qu'ils sont très-chers, et qu'on peut presque toujours les remplacer par des tubes de porcelaine.

4°. *Tubes de verre.* — Leur longueur varie, ainsi que leur diamètre : les uns ont environ 1 à 3 centimètres de diamètre; les autres de 4 à 8 millimètres; d'autres enfin sont capillaires. Ceux qui ont 1 à 3 centimètres de diamètre ont les mêmes usages que les tubes de porcelaine; mais il faut qu'ils soient lutés, et que la température à laquelle on les expose ne soit pas beaucoup plus grande que le rouge-cerise. Ces tubes sont encore employés pour faire des cloches courbes, des éprouvettes; pour contenir les ma-

tières propres à dessécher les gaz, etc., etc. Les tubes qui ont de 4 à 8 millimètres servent à faire des tubes recourbés, les siphons, les pèse-liqueurs, les pipettes, les tubes de sûreté droits, les tubes de sûreté à boule, les tubes en 3 ou en *S*, etc. Quant aux tubes capillaires, on les emploie principalement pour la construction des thermomètres. On s'en sert aussi quelquefois pour agiter les liquides. Mais le plus ordinairement on se sert à cet effet de tubes de verre pleins, qu'on coupe de longueur convenable avec un trois-quarts, et dont on arrondit les extrémités. C'est au moyen de la lampe qu'on donne ces diverses formes aux tubes de verre.

On doit toujours avoir à sa disposition une certaine quantité de tubes de différens diamètres, que l'on place sur des montans de bois entaillés, comme on le voit *pl.* 13, *fig.* 9.

CC, *CC*, tubes de verre.

AA, *AA*, montans de bois auxquels on a fait des entailles profondes *BB*, *BB*, pour recevoir les tubes *CC*, *CC*. Ces montans s'attachent ordinairement au mur du laboratoire, au-dessus de la lampe d'émailleur.

Tube de sûreté à boule. — Tube de verre *ABC*, *pl.* 13, *fig.* 11, courbé à angle droit aux points *A* et *B*, et auquel on a soudé en *D* un autre tube recourbé *DEFG*. La branche *FG* de ce tube se termine supérieurement par un entonnoir, et sa branche *EF* porte une boule *I*, que l'on remplit à moitié d'eau au moyen de l'entonnoir *G*. Cette espèce de tube est principalement employée dans l'appareil de Woulf. (Voyez *Théorie des Tubes de sûreté*, 1[er] volume, pag. 226.)

Tube en 3 ou en S. — Tube de verre, *pl.* 13, *fig.* 10, composé de trois branches parallèles *A*, *B*, *C*, dont l'une *A* s'évase supérieurement en entonnoir, et la deuxième *B* porte une boule. On voit un tube de ce genre adapté à l'appareil de Woulf, *pl.* 6, *fig.* 2; on s'en sert pour verser des liquides dans les vases auxquels on adapte ces sortes de tubes.

Tube gradué. — Tube en cristal *AB*, *pl.* 13, *fig.* 7, fermé à la lampe par son extrémité *A*, et divisé en 100 ou 200 parties d'égale capacité. Pour opérer cette division,

on doit, autant que possible, se procurer des tubes dont le diamètre soit le même par-tout, parce qu'alors on n'a besoin, pour les graduer, que de les diviser en parties d'égale longueur. Lorsqu'on ne peut point s'en procurer, il faut, pour en opérer la graduation, 1°. verser successivement dans le tube de petites quantités égales de mercure; ce à quoi l'on parvient facilement en remplissant de mercure une petite mesure de verre dont les bords sont usés, et en la fermant avec un obturateur; 2°. marquer, à chaque fois qu'on ajoute une nouvelle mesure de mercure, le point auquel le métal correspond; 3°. diviser l'espace compris entre deux marques consécutives en un même nombre de parties d'égale longueur : cette manière d'opérer suppose que cet espace est par-tout d'un diamètre parfaitement égal, ce qui doit être sensiblement vrai dans le cas où l'on a choisi un tube presque cylindrique. On se contente ordinairement d'écrire sur le tube les divisions de 10 en 10, à partir de l'extrémité supérieure, et l'on distingue ces divisions, ainsi que celles qui sont tracées de 5 en 5, en donnant plus de longueur aux traits qui les représentent. Par ce moyen, il est toujours facile de lire le nombre des parties de gaz que contient le tube.

Valet. — On appelle ainsi des nattes de paille tressées en rond, et sur lesquelles on pose les matras, les ballons, les cornues, etc., *pl.* 11, *fig.* 11 et 12.

Verre à pied. — Vase de verre conique, *pl.* 5, *fig.* 8 et 9.

C'est dans ces espèces de verre que l'on met en contact à froid les différens liquides dont on veut examiner l'action réciproque.

On doit les choisir d'un verre bien blanc et bien transparent. Il est nécessaire d'avoir dans un laboratoire deux ou trois douzaines de ces verres à pied.

Vessies. — On ne doit employer que des vessies bien dégraissées et sans fissures. On s'en sert ordinairement pour renfermer des gaz et les faire passer à travers des tubes de porcelaine ou de verre exposés à une température plus ou moins élevée. Lorsqu'on veut remplir une vessie de gaz, on en ficelle solidement le col sur la tige d'un robinet; ensuite on chasse, par la pression, presque tout l'air qu'elle

contient, et on en aspire les dernières portions avec la bouche ; cela étant fait, on visse le robinet qu'on y a adapté sur celui d'une cloche *pl.* 2, *fig.* 10, placée sur la cuve à eau, et contenant le gaz dont on veut la remplir ; alors on établit une communication entre la cloche et la vessie, en ouvrant les robinets de l'une et de l'autre ; l'on enfonce peu à peu la cloche dans l'eau, et le gaz passe à mesure dans la vessie. On ne peut pas conserver de gaz dans les vessies, parce qu'elles sont perméables. Il serait sans doute possible de remédier à cet inconvénient, en les enduisant d'un vernis de gomme élastique.

TABLE,

PAR ORDRE ALPHABÉTIQUE,

D'anciennes dénominations dont l'on se sert quelquefois, et en regard desquelles se trouvent les dénominations nouvelles (*a*).

A

NOMS ANCIENS.	NOMS NOUVEAUX.
Acétites....................	Acétates.
Acide acéteux...............	Acide acétique.
— aérien................	— carbonique.
— arsenieux..............	Deutoxide d'arsenic.
— boracique (*B*)..........	Acide borique.
— carbo-muriatique......	— chloroxi-carbonique.
— chloreux.............	Oxide de chlore.
— crayeux..............	Acide carbonique.
— hydro-muriatique.....	— hydro-chlorique.
— karabique............	— succinique.
— lithique..............	— urique.
— marin................	— hydro-chlorique.
— marin déphlogistiqué...	Chlore.
— méphitique...........	Acide carbonique.
— muqueux.............	— mucique.
— muriatique...........	— hydro-chlorique.
— muriatique oxigéné, ou oxi-muriatique......	Chlore.
— muriatique hyperoxigéné...............	Acide chlorique.
— muriatique sur-oxigéné.	Oxide de chlore.
— nitro-muriatique......	Acide hydro-chloro-nitrique.
— Prussique (*B*)..........	— hydro-cyanique.

(*a*) Nous désignerons par la lettre *B* ceux de ces noms qui n'ont point encore vieilli, et que l'on emploie de même que les nouveaux.

NOMS ANCIENS.	NOMS NOUVEAUX.
Acide pyro-tartareux........	Acide pyro-tartrique.
— saccharin.............	— oxalique.
— saccholactique, ou sacchlactique.........	— mucique.
— tartareux.............	— tartrique.
— vitriolique	— sulfurique.
Adipocire.................	*Voyez* 3e volume, p. 637.
Air déphlogistiqué..........	Gaz oxigène.
— fixe..................	Acide carbonique.
— inflammable...........	Gaz hydrogène.
— phlogistiqué..........	— azote.
— vital	— oxigène.
Alcali fixe végétal..........	Potasse.
— fixe minéral..........	Soude.
— volatil concret.........	Sous-carbonate d'ammoniaque.
— volatil fluor..........	Ammoniaque liquide.
Alumine (*B*)...............	Oxide d'aluminium.
Alun (*B*)..................	Sulfate d'alumine et de potasse ou sulfate d'alumine et d'ammoniaque.
Antimoine cru.............	Sulfure d'antimoine.
— diaphorétique.....	Antimonite de potasse.
Arbre de Diane............	Argent mercuriel cristallisé.
Arcanum duplicatum.......	Sulfate de potasse.
Argent corné...............	Chlorure d'argent.
Arsenic blanc..............	Deutoxide d'arsenic.
Azote oxi-muriaté..........	Chlorure d'azote.

B

Baryte (*B*).................	Protoxide de barium.
Beurre d'antimoine (*B*)......	Proto-chlorure d'antimoine.
— d'arsenic............	Deuto-chlorure d'arsenic.
— de bismuth..........	Chlorure de bismuth.
— de zinc.............	Chlorure de zinc.
Blanc de céruse.............	Sous-carbonate de plomb.
— de plomb............	*Idem.*
Blende....................	Sulfure de zinc.
Bleu de Prusse, ou bleu de Berlin (*B*)...............	Hydro-cyanate ferruré de peroxide de fer.............
Borax (*B*).................	Sous-borate de soude.

C

NOMS ANCIENS.	NOMS NOUVEAUX.
Calomélas	Proto-chlorure de mercure.
Céruse	Sous-carbonate de plomb.
Chaux (*B*)	Protoxide de calcium.
Chaux métalliques	Oxides métalliques.
Chlorine	Chlore.
Chrysocole	Sous-borate de soude impur.
Cinnabre (*B*)	Sulfure de mercure.
Colchotar	Tritoxide de fer.
Couperose blanche	Sulfate de zinc.
— bleue	Deuto-sulfate de cuivre.
— verte	Proto-sulfate de fer.
Craie (*B*)	Sous-carbonate de chaux.
Crême de tartre (*B*)	Tartrate acide de potasse.
Cristal minéral	Nitrate de potasse fondu.
Cristaux de Vénus	Deutacétate de cuivre.

D

Diane	Argent.

E

Eau céleste	Solution d'ammoniure de cuiv.
— forte (*B*)	Acide nitrique du commerce.
— régale (*B*)	— hydro-chloro-nitrique.
— seconde des graveurs	— nitrique étendu d'eau.
— seconde des peintres	Dissolution de potasse.
Emétique (*B*)	Tartrate de potasse et d'antim.
Esprit de Mindérérus	Acétate d'ammoniaque.
— de nitre fumant	Acide nitreux.
— de sel ammoniac	Ammoniaque.
— de sel marin	Acide hydro-chlorique.
— de soufre	— sulfureux.
— de vin (*B*)	Alcool.
Ether muriatique (*B*)	Ether hydro-chlorique.
— vitriolique	— sulfurique.
Ethiops martial (*B*)	Deutoxide de fer.

NOMS ANCIENS.	NOMS NOUVEAUX.
Euchlorine	Oxide de chlore.
Extrait de saturne (*B*)	Solution concentrée de sous-acétate de plomb.

F

Fleurs d'antimoine	Protoxide d'antimoine sublimé.
— de benjoin	Acide benzoïque sublimé.
— de soufre	Soufre sublimé.
— de zinc	Oxide de zinc sublimé.
Foie de soufre alcalin	Sulfure alcalin de potasse ou de soude.

G

Galène	Sulfure de plomb.
Gaz hydrogène sulfuré (*B*)	Gaz acide hydro-sulfurique.
— inflammable (*B*)	— hydrogène.
— inflammable des marais	— hydrog. proto-carboné.
— hépatique	— acide hydro-sulfurique.
— nitreux (*B*)	Deutoxide d'azote.
— déphlogistiqué	Gaz oxigène.
Glucine (*B*)	Oxide de glucinium.
Gras des cadavres	*Voyez*, t. III, pag. 637.
Gypse (*B*)	Sulfate de chaux.

H

Huile de tartre par défaillance.	Potasse en déliquescence.
— de vitriol (*B*)	Acide sulfurique.
Hydro-sulfures (*B*)	Hydro-sulfates.
Hydro-sulfures sulfurés (*B*)	Hydro-sulfates sulfurés.

J

Jupiter	Etain.

K

Kermès minéral (*B*)	Sous-hydro-sulfate de protoxide d'antimoine.

L

NOMS ANCIENS.	NOMS NOUVEAUX.
Lana philosophica	Oxide de zinc sublimé.
Liqueur des cailloux	Solution de potasse silicée.
— fumante de Boyle (*B*).	Sous-hydro-sulfate sulfuré d'ammoniaque.
— fumante de Libavius.	Deuto-chlorure d'étain.
Litharge	Protoxide de plomb fondu.
Lithine	Oxide de lithium.
Lune	Argent.
— cornée	Chlorure d'argent.

M

NOMS ANCIENS.	NOMS NOUVEAUX.
Magnésie (*B*)	Oxide de magnésium.
Margarine	Acide margarique.
Mars	Fer.
Massicot	Protoxide de plomb en poudre.
Matière colorante du bleu de Prusse	Acide hydro-cyanique.
Mercure doux (*B*)	Proto-chlorure de mercure.
Mine de plomb (*B*)	Per-carbure de fer.
— de plomb rouge	Chromate de plomb.
Minium (*B*)	Deutoxide de plomb. (Il est mêlé de protoxide.
Mofette atmosphérique	Azote.
Mort-aux-rats	Deutoxide d'arsenic.
Muriates	Hydro-chlorates.
— secs	Chlorures.
— hyperoxigénés	Chlorates.
— suroxigénés	*Idem.*
— de mercure doux	Proto-chlorure de mercure.

N

NOMS ANCIENS.	NOMS NOUVEAUX.
Natron	Carbonate de soude du commerce.
Nihil album	Oxide de zinc sublimé.
Nitre inflammable	Nitrate d'ammoniaque.
Nitrogène	Azote.

O

NOMS ANCIENS.	NOMS NOUVEAUX.
Or musif	Deuto-sulfure d'étain.
Orpiment ou orpin	Sulfure d'arsenic.
Oxide au *maximum*	Peroxide.
— au *minimum*	Protoxide.
Oxidule	*Idem.*
Oxide d'azote	Deutoxide d'azote.
Oxidule d'azote	Protoxide d'azote.
Oxide hydro-sulfuré (*B*)	Hydro-sulfate.
— nitreux	Deutoxide d'azote.

P

Panacée mercurielle	Proto-chlorure de mercure.
Phosgène	Acide chloroxi-carbonique.
Pierre infernale	Nitrate d'argent fondu.
Plomb corné	Chlorure de plomb fondu.
Plomb rouge de Sibérie	Chromate de plomb.
Plombagine (*B*)	Per-carbure de fer.
Pompholix	Oxide de zinc.
Potasse pure (*B*)	Protoxide de potassium.
Poudre d'Algaroth	Protox. d'antim. (Il retient un peu d'acide hydro-chloriq.)
Poudre des Chartreux	Sous-hydro-sulfate de protoxide d'antimoine.
Précipité blanc	Proto-chlorure de mercure.
— *per se*	Deutoxide de mercure.
— pourpre de Cassius	Protoxide d'or uni au deutox. d'étain.
— rouge	Deutoxide de mercure.
Prussiates (*B*)	Hydro-cyanates, et quelquefois cyanures.
— de mercure	Cyanure de mercure.

R

Réalgar ou rizigal	Sulfure d'arsenic.
Régule	Métal pur.

NOMS ANCIENS.	NOMS NOUVEAUX.
Régule d'antimoine, de bismuth, d'arsenic, etc......	Antimoine, bismuth, arsenic métallique.
Rouge d'Angleterre..........	Tritoxide de fer.
Rouille de fer..............	Oxide de fer.

S

Saccholactates ou sacchlactates.	Mucates.
Salpêtre (*B*)...............	Nitrate de potasse.
Saturne....................	Plomb.
Sel ammoniacal secret de Glauber....................	Sulfate d'ammoniaque.
Sel cathartique amer........	Sulfate de magnésie.
— de Duobus..............	— de potasse.
— de Glauber (*B*), ou sel admirable de Glauber....	— de soude.
Sélénite (*B*)...............	— de chaux.
Sel marin (*B*)..............	Chlorure de sodium.
— neutre arsenical.........	Arséniate de potasse.
— de nitre................	Nitrate de potasse.
— d'oseille (*B*)...........	Oxalate acide de potasse.
— polycreste de Glaser......	Sulfate de potasse.
— de Saturne (*B*)..........	Acétate de plomb.
— sédatif................	Acide borique.
— de Sceydschutz..........	Sulfate de magnésie.
— de Seignette (*B*).........	Tartrate de potasse et de soude.
— de Sedlitz..............	Sulfate de magnésie.
— volatil de succin.........	Acide succinique.
— de tartre...............	Sous-carbonate de potasse.
— végétal................	Tartrate de potasse.
— volatil d'Angleterre......	Sous-carbonate d'ammoniaque.
Silice (*B*).................	Oxide de silicium.
Soude pure (*B*).............	Protoxide de sodium.
Spath calcaire (*B*)..........	Sous-carbonate de chaux.
— fluor (*B*).............	Fluate de chaux.
— pesant (*B*)............	Sulfate de baryte.
Soufre hydrogéné (*B*).......	Hydrure de soufre.
— oxi-muriaté..........	Chlorure de soufre.
Strontiane (*B*).............	Protoxide de strontium.
Sublimé corrosif (*B*)........	Deuto-chlorure de mercure.
— doux (*B*)...........	Proto-chlorure de mercure.
Sucre de Saturne...........	Acétate de plomb.

T

NOMS ANCIENS.	NOMS NOUVEAUX.
Tartre chalybé	Tartrate de potasse et de fer.
— martial soluble	*Idem.*
— stibié	Tartrate de potasse et d'antimoine.
Tartrites	Tartrates.
Terre calcaire	Sous-carbonate de chaux.
— foliée mercurielle (*B*)	Deutacétate de mercure.
— foliée de tartre, ou terre foliée végétale (*B*)	Acétate de potasse.
Thorine (*B*)	Oxide de thorinium.
Turbith minéral (*B*)	Sous-deuto sulfate de mercure.
— nitreux	Sous-deuto-nitrate de mercure.

V

Vénus	Cuivre.
Verdet cristallisé	Deutacétate de cuivre.
Verre d'antimoine (*B*)	Oxide d'antimoine sulfuré.
Vif-argent	Mercure.
Vinaigre radical	Acide acétique concentré.
Vitriols	Sulfates.
Vitriol blanc (*B*)	Sulfate de zinc.
— bleu (*B*)	Deuto-sulfate de cuivre.
— vert (*B*)	Proto-sulfate de fer.

Y

Yttria (*B*)	Oxide d'yttrium.

Z

Zircône (*B*)	Oxide de zirconium.

TABLE GÉNÉRALE
DES MATIÈRES
PAR ORDRE ALPHABÉTIQUE.

(*Le chiffre romain indique le volume, et le chiffre arabe la page.*)

A

(*a*) Il n'y a que quelques années encore, le chlore, que nous regardons comme un corps simple, était regardé comme un corps composé; on l'appelait *gaz muriatique oxigéné, acide muriatique oxigéné, acide oxi-muriatique*, parce qu'on le croyait formé d'oxigène et d'acide muriatique. Ce dernier acide, qui est composé d'hydrogène et de chlore, était censé avoir le même radical que l'acide muriatique oxigéné, et n'en différer que par une moindre proportion d'oxigène : on croyait,

1°. Que l'hydrogène, en se combinant avec l'acide muriatique oxigéné, s'emparait de l'excès d'oxigène de celui-ci, et qu'il en résultait d'une part de l'eau, et de l'autre de l'acide muriatique;

2°. Que cette eau toute entière faisait partie du gaz acide muriatique, de manière que celui-ci aurait dû être appelé *gaz hydro-muriatique;*

3°. Qu'on ne pouvait obtenir l'acide muriatique sec qu'en combinant l'acide hydro-muriatique avec les bases; qu'alors l'eau de cet acide devenait libre, et qu'il se formait non un hydro-muriate, mais seulement un muriate sans eau; phénomène que maintenant on explique en admettant que l'eau qui se manifeste réellement dans l'expérience provient de la combinaison de l'hydrogène de l'acide hydro-chlorique (acide hydro-muriatique), et de

---

l'oxigène de l'oxide et que le muriate sec est un chlorure métallique : de là les expressions suivantes, selon qu'on envisage les faits dans l'une ou l'autre théorie.

Nouvelle Théorie.	*Ancienne Théorie.*
Chlore	Gaz muriatique oxigéné, ou acide muriatique oxigéné, ou gaz oximuriatique.
Oxide de chlore	Acide muriatique suroxigéné ou oximuriatique oxigéné.
Acide chlorique	Acide muriatique hyperoxigéné.
Chlorures métalliques	Muriates métalliques secs, ou dans lesquels l'acide est séparé de toute l'eau qu'il est censé contenir à l'état de gaz.
Chlorures de soufre, de phosphore, d'azote, d'iode	Soufre, phosphore, azote, iode oximuriatés.
Chlorates	Muriates hyperoxigénés.
Hydro-chlorates	Muriates dans lesquels l'acide muriatique retient toute l'eau qui en fait partie à l'état de gaz.

D

E

F

G

H

I

J

K

L

N

O

Q

R

S

U

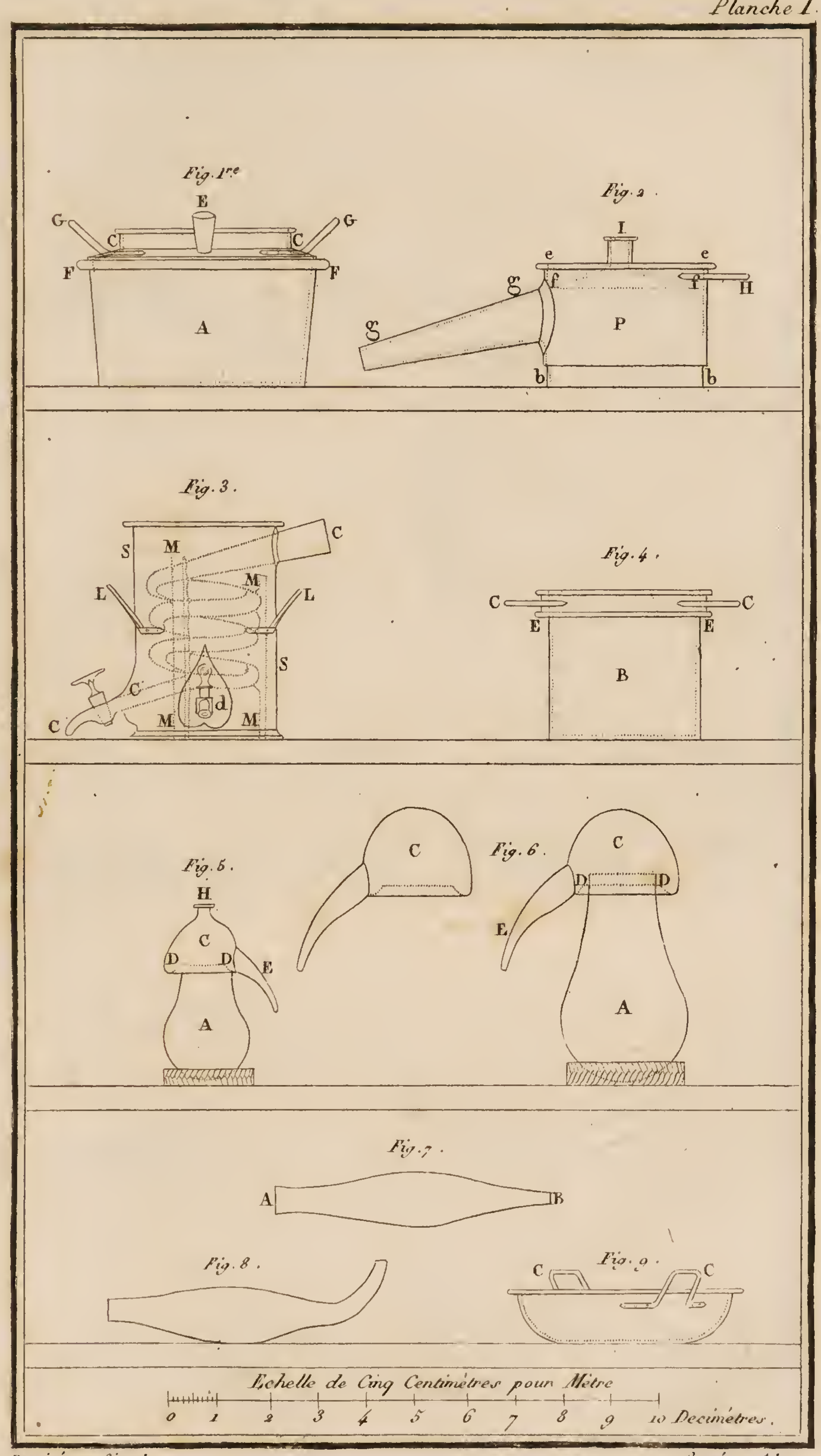
V

Y

Z

FIN DE LA TABLE GÉNÉRALE.

Planche I.



Dessiné par Girard. Gravé par Adam

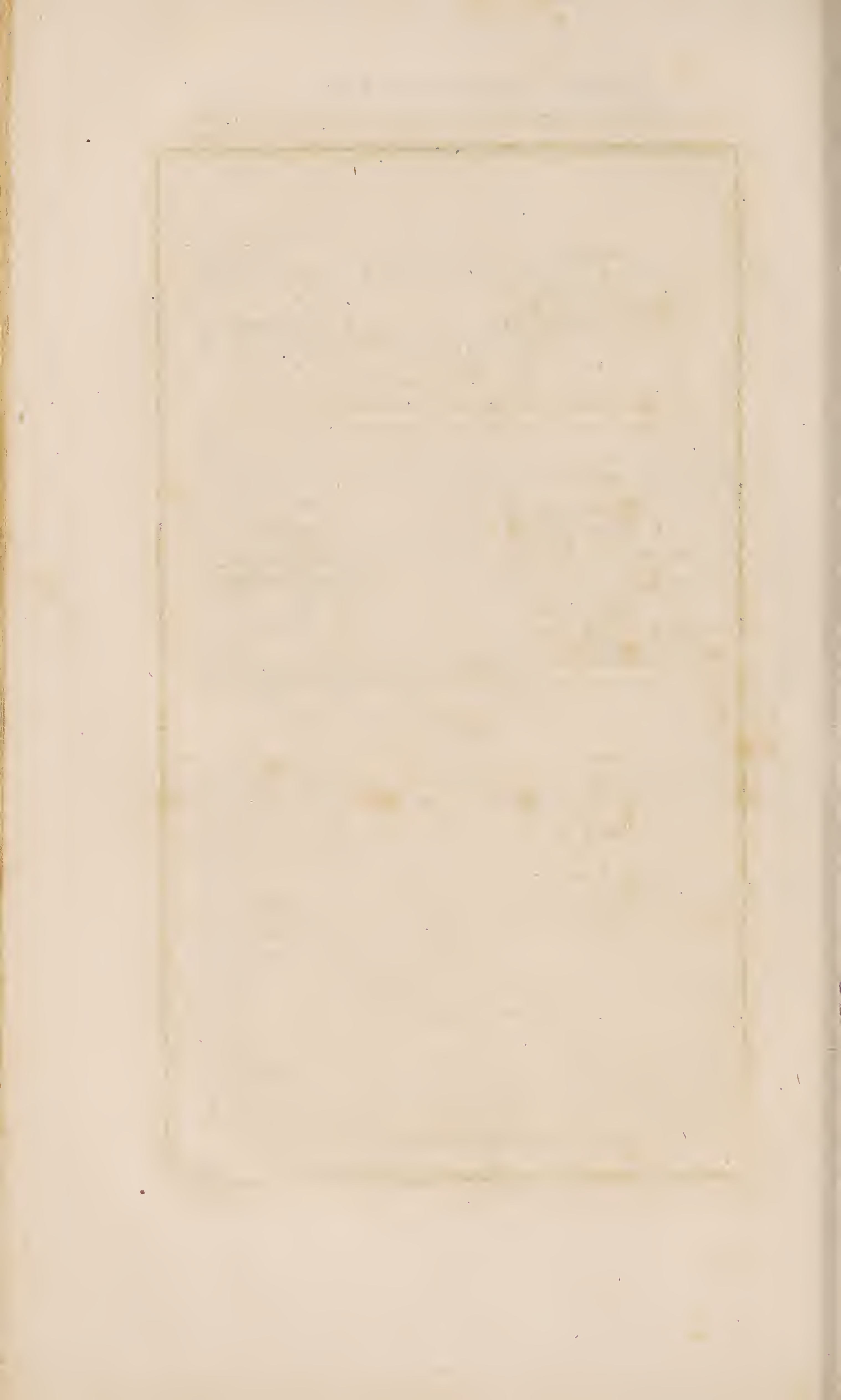
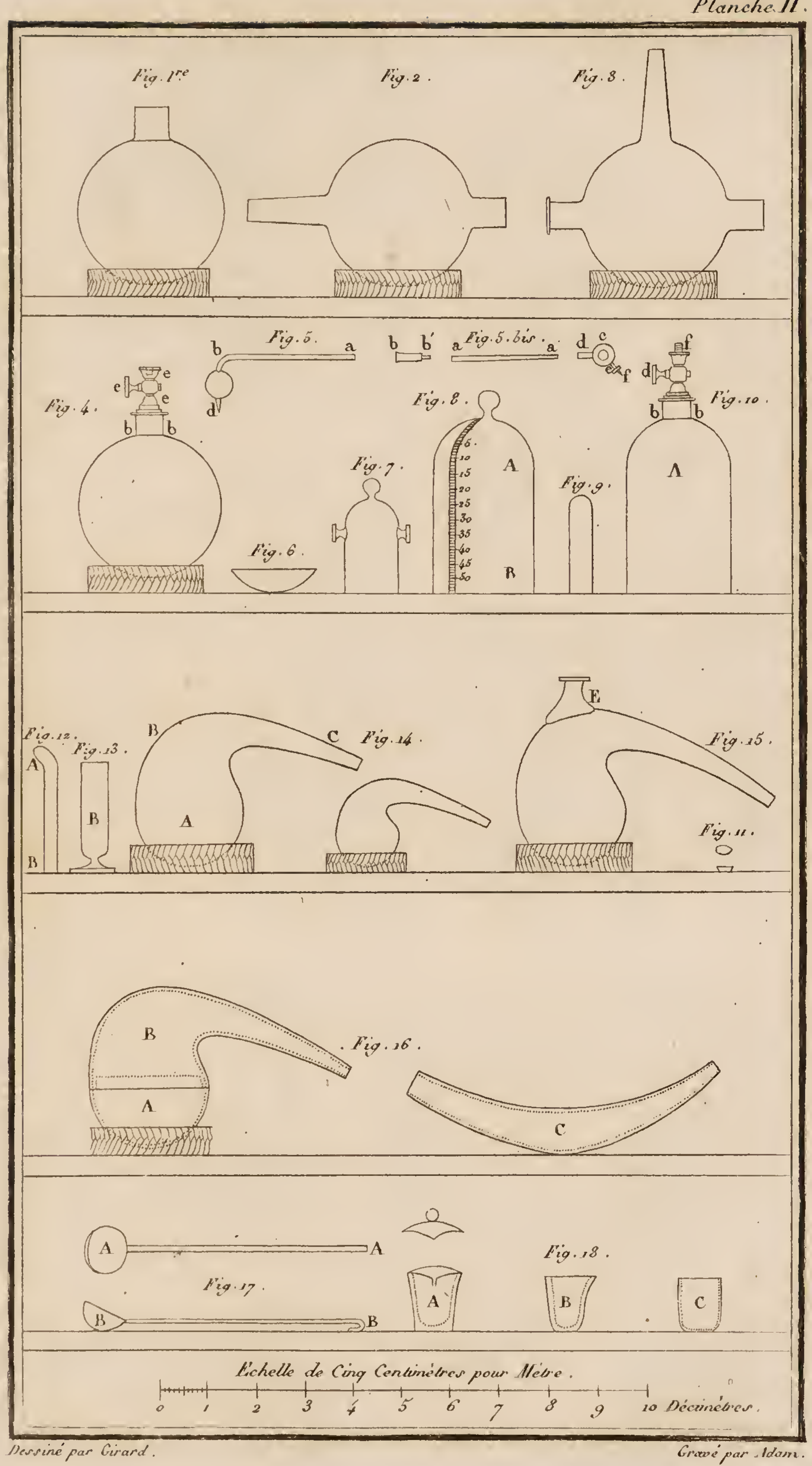


Planche II.



Dessiné par Girard. *Gravé par Adam.*

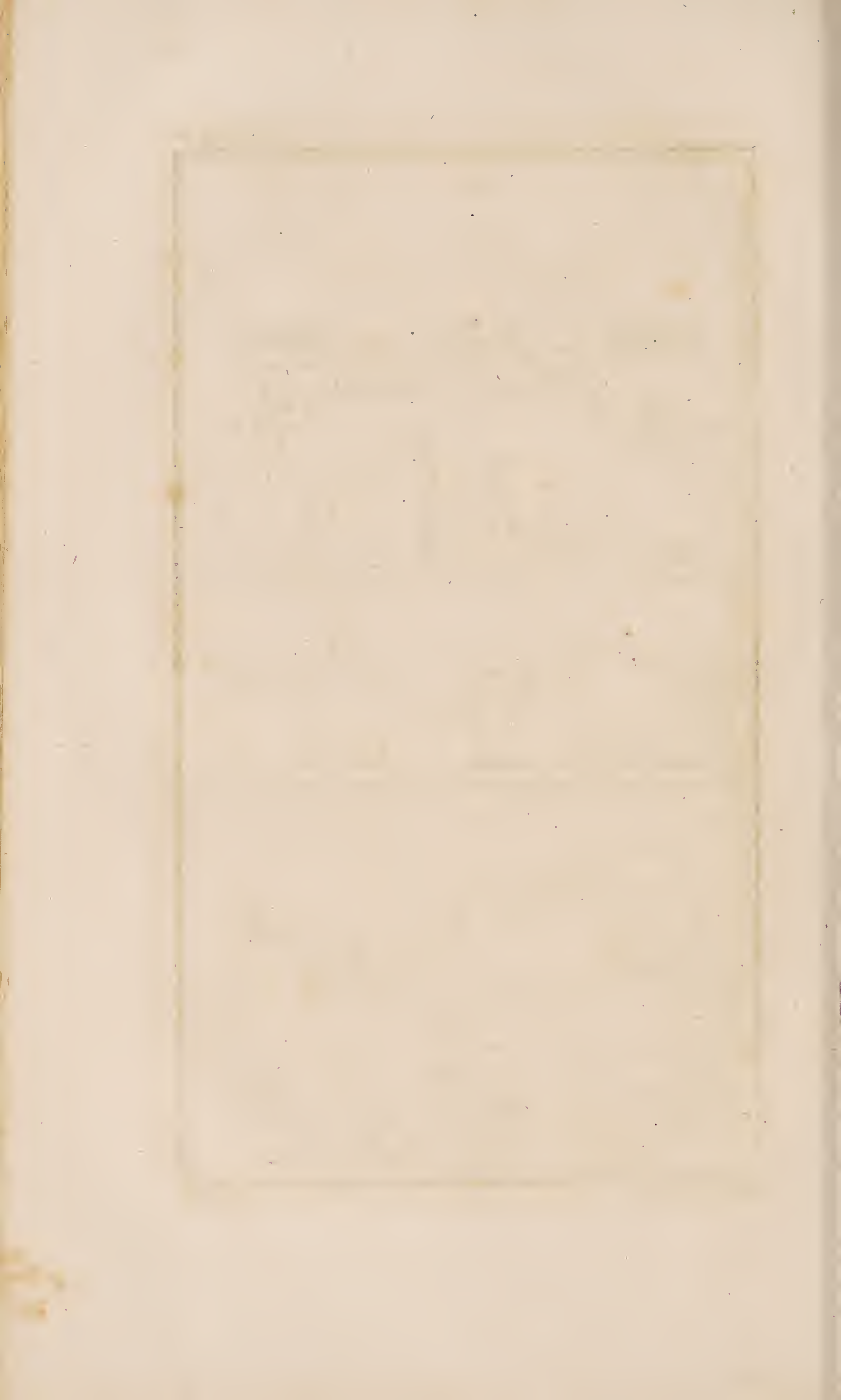


Planche III.

Coupe suivant la ligne AB

Fig. 1re

Fig. 5.

Fig. 5. bis.

Coupe suivant la ligne AB

Fig. 8.

Coupe suivant la ligne CD

Fig. 9.

Echelle de Cinq Centimètre pour Mètre

0 1 2 3 4 5 Décimètres.

Plan suivant la Ligne C′D′.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 6.

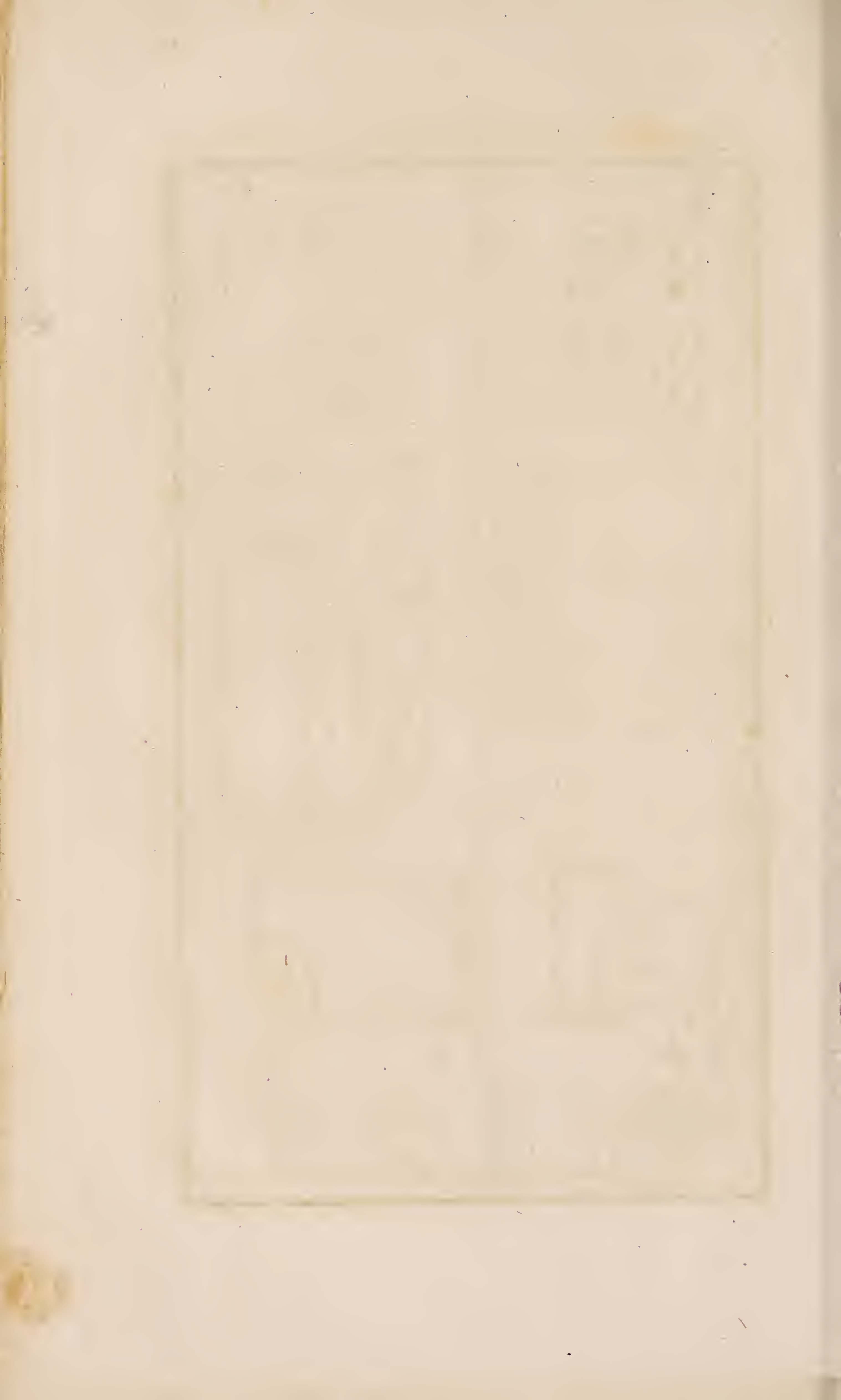
Fig. 7.

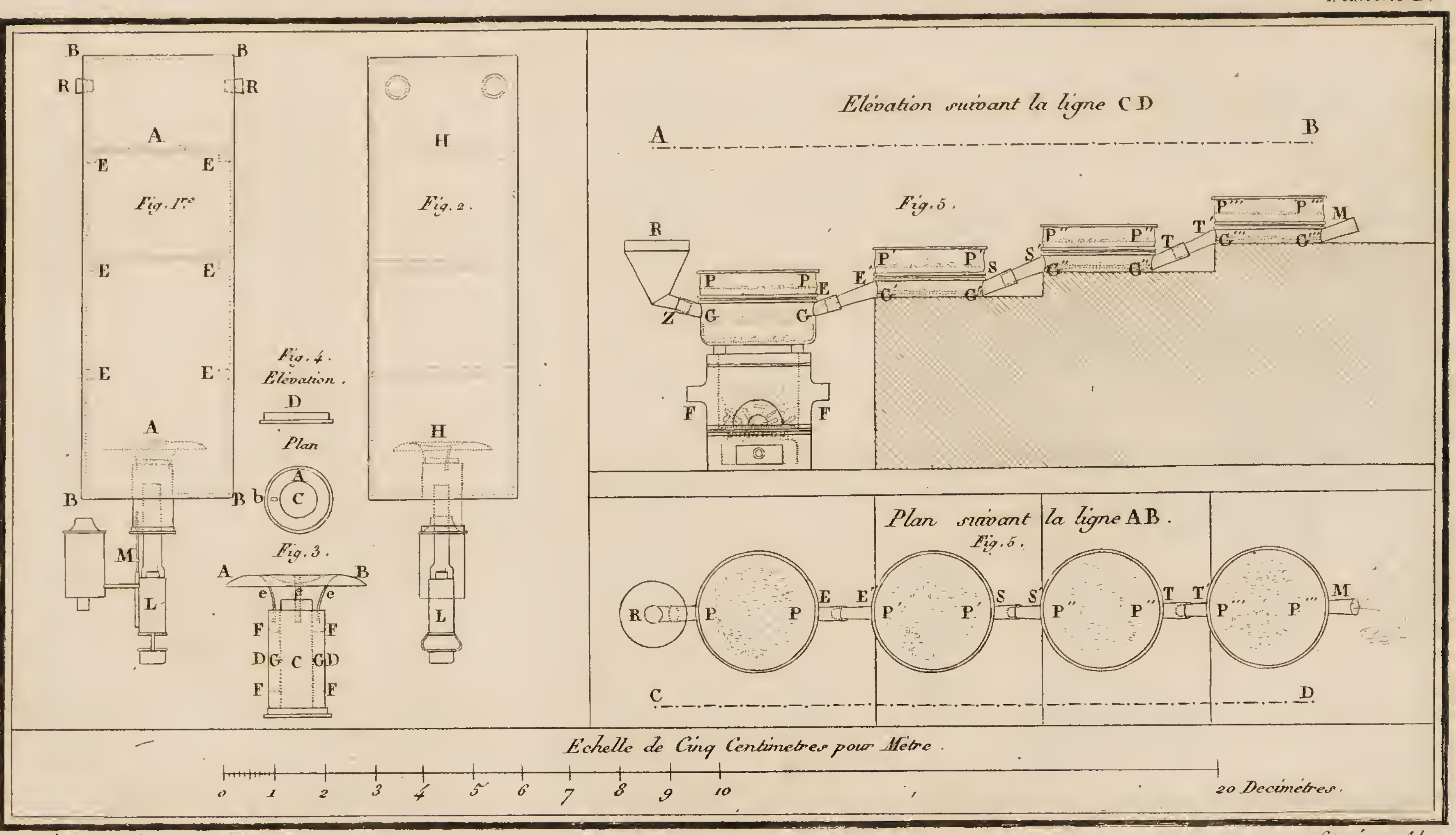
Echelle de Cinq Centimètres pour Mètre

0 1 2 3 4 5 Mètres.

Dessiné par Girard.

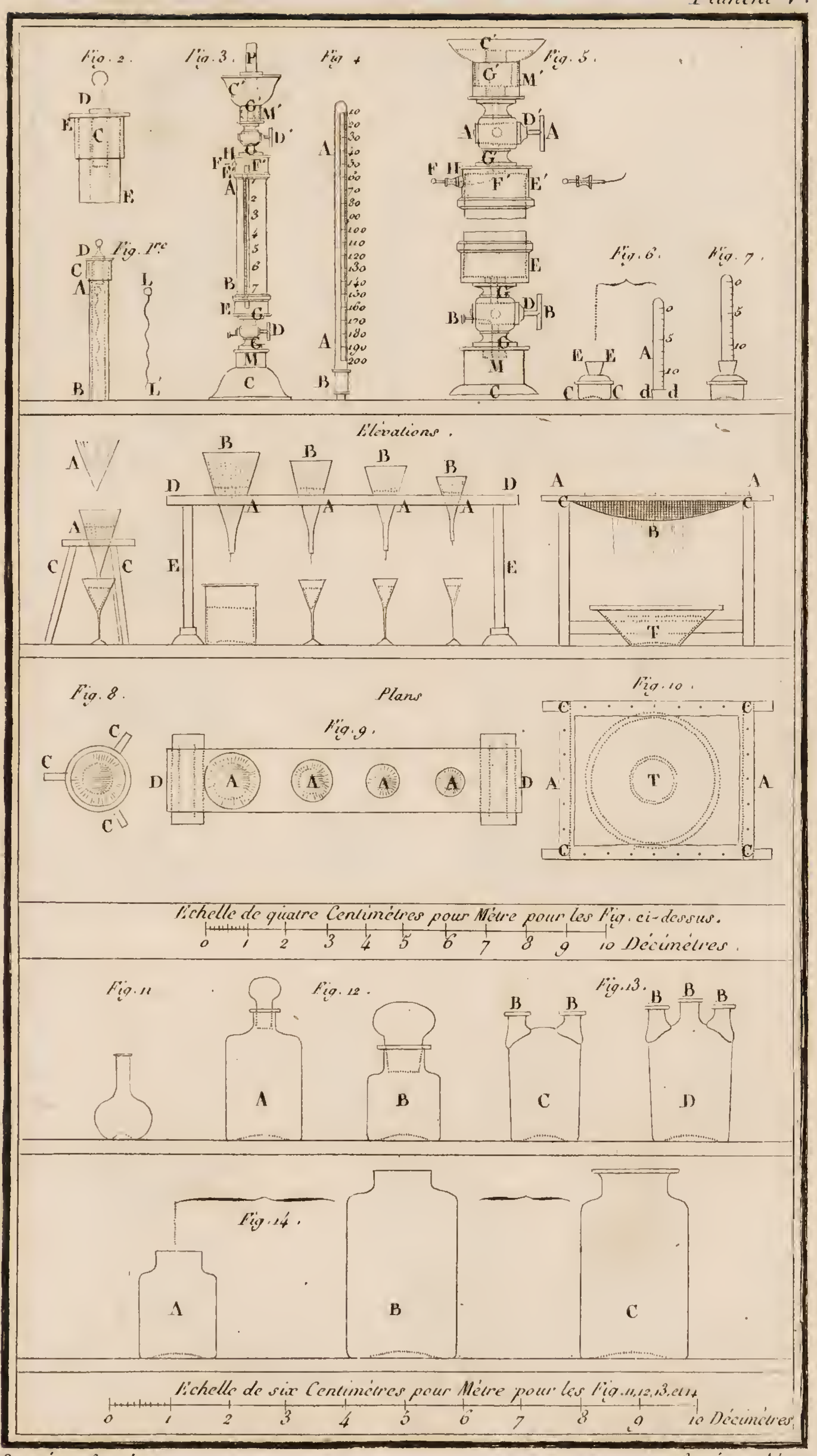
Gravé par Adam





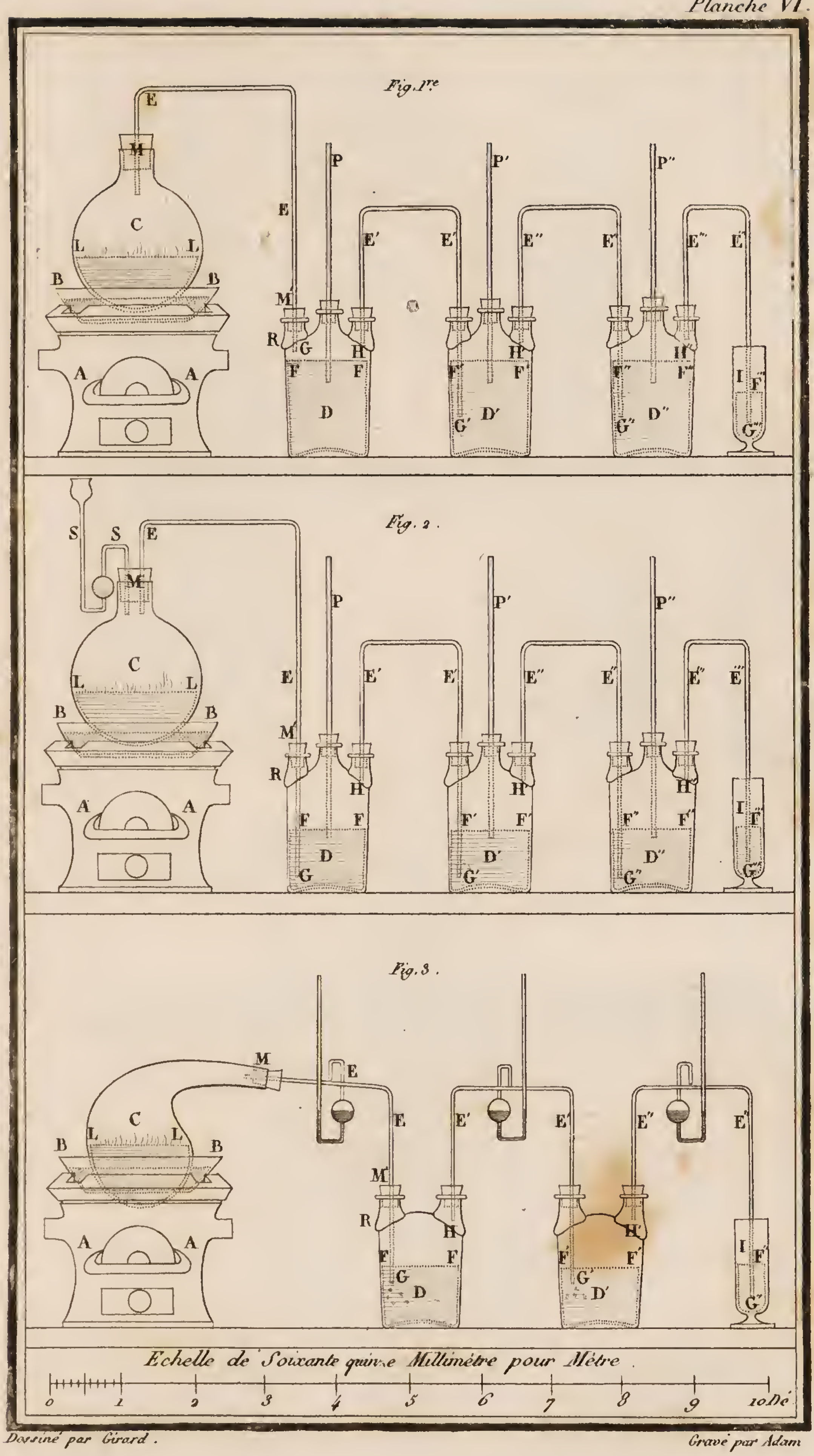
Dessiné par Girard

Gravé par Adam.



Dessiné par Girard — Gravé par Adam.

Planche VI.


Fig. 1re
Fig. 2.
Fig. 3.
Echelle de Soixante quinze Millimètre pour Mètre.
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Dé
Dessiné par Girard.
Gravé par Adam

Élévation

Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

Élévation

Fig. 4. Fig. 5. Fig. 6. Fig. 7.

Plans

Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

Plan suivant la Ligne a b Fig. 4.

Plans.

Plan suivant la Ligne c d. Fig. 8.

Élévation.

Fig. 9.

Élévation.

Fig. 10. Fig. 11.

Fig. 12. Coupe suivant la Ligne c d. du Plan.

Plan suivant la Lig. a b Fig. 12.

Plans.

Fig. 9. Fig. 10. Fig. 11.

Échelle de deux Centimètres pour Mètre pour les Figures 9, 10 et 11

0 1 2 3 4 5 Décimètres.

Échelle de quatres Centimètres pour Mètre pour les Figures 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. et 12

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Décimètres

Gravé par Adam.

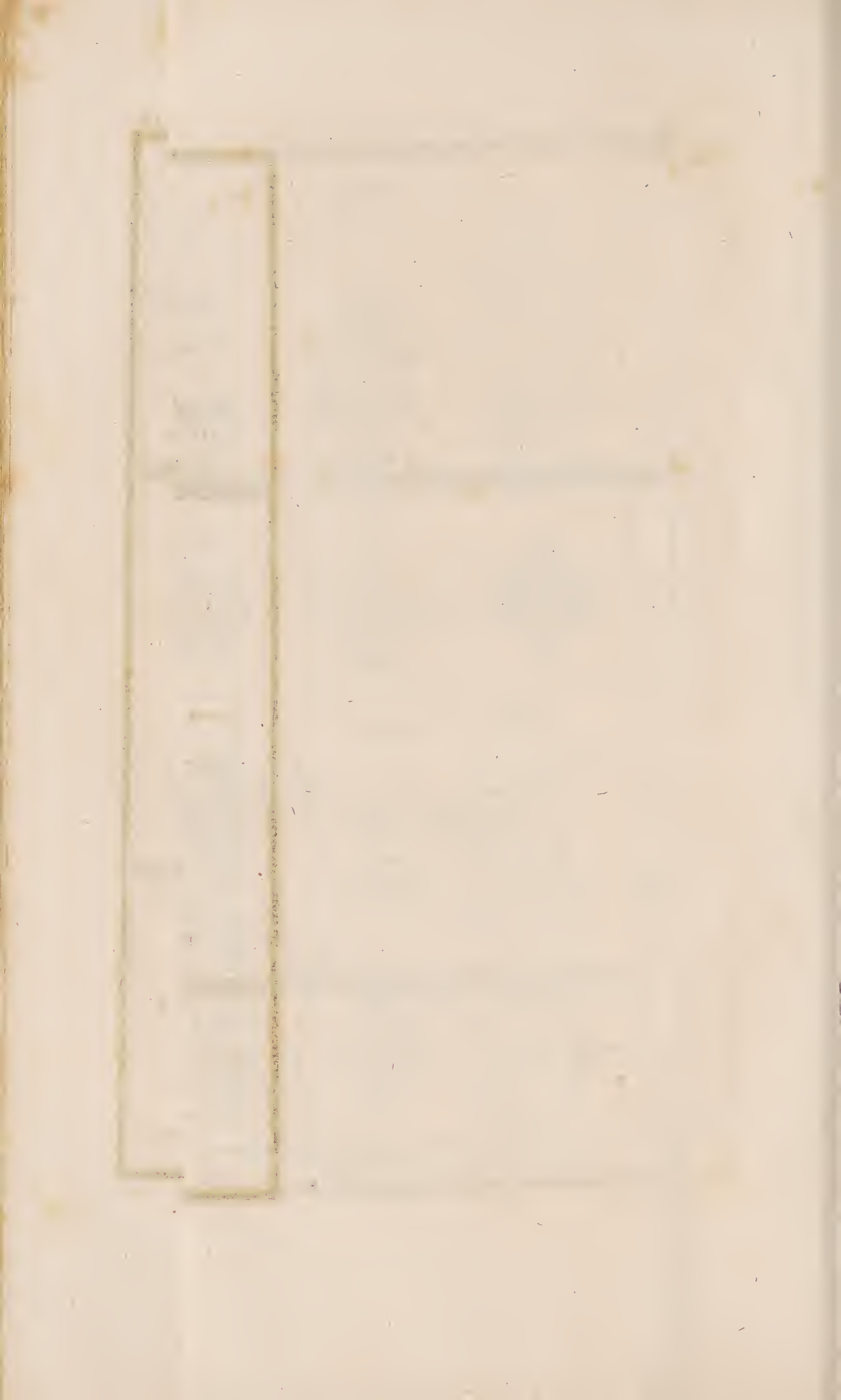


Planche VII. bis

Fig. 7.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 6.

Fig. 4.

Fig. 5.

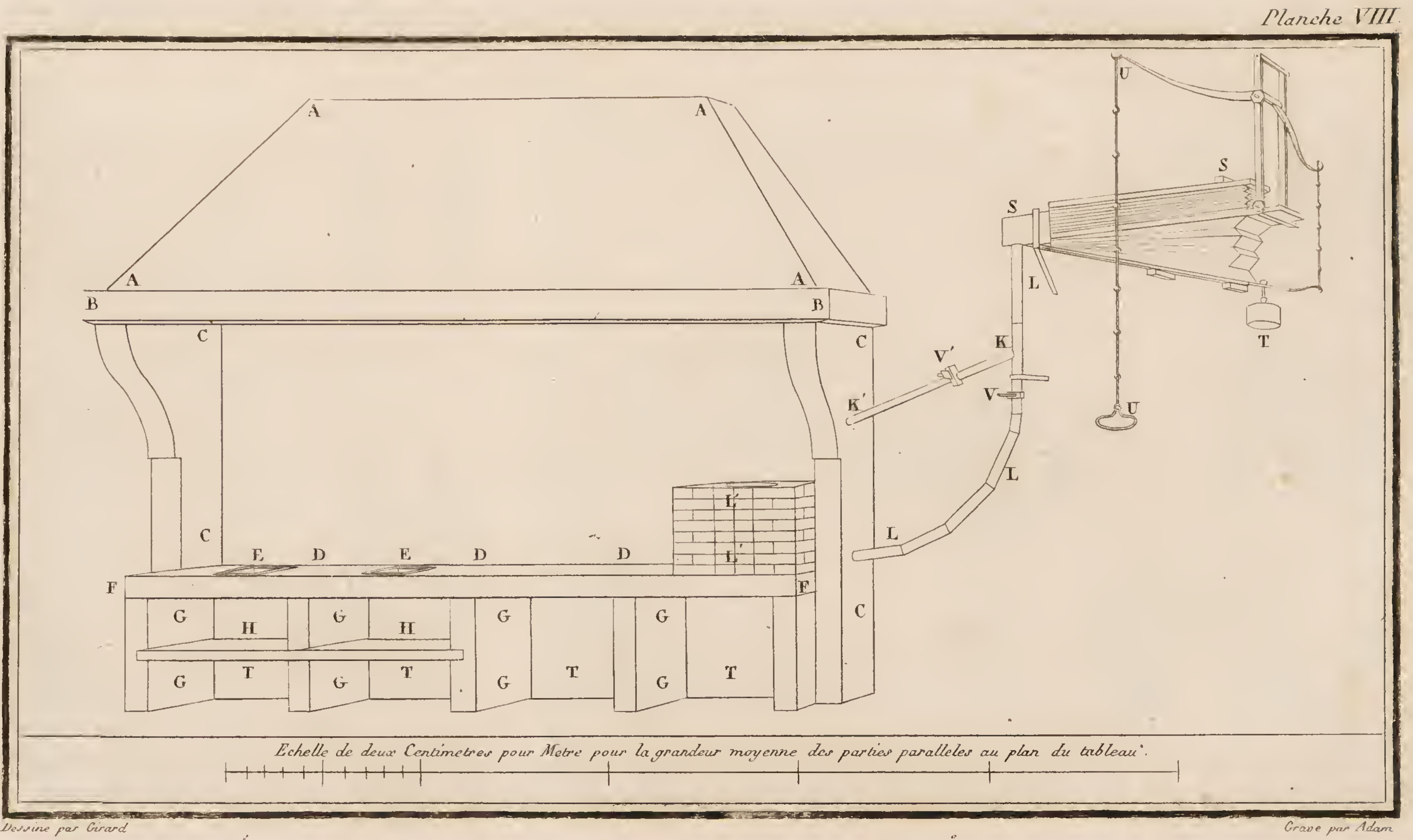
Echelle de neuf centimètres pour Mètre.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Decimètres.

Gravé par Adam.

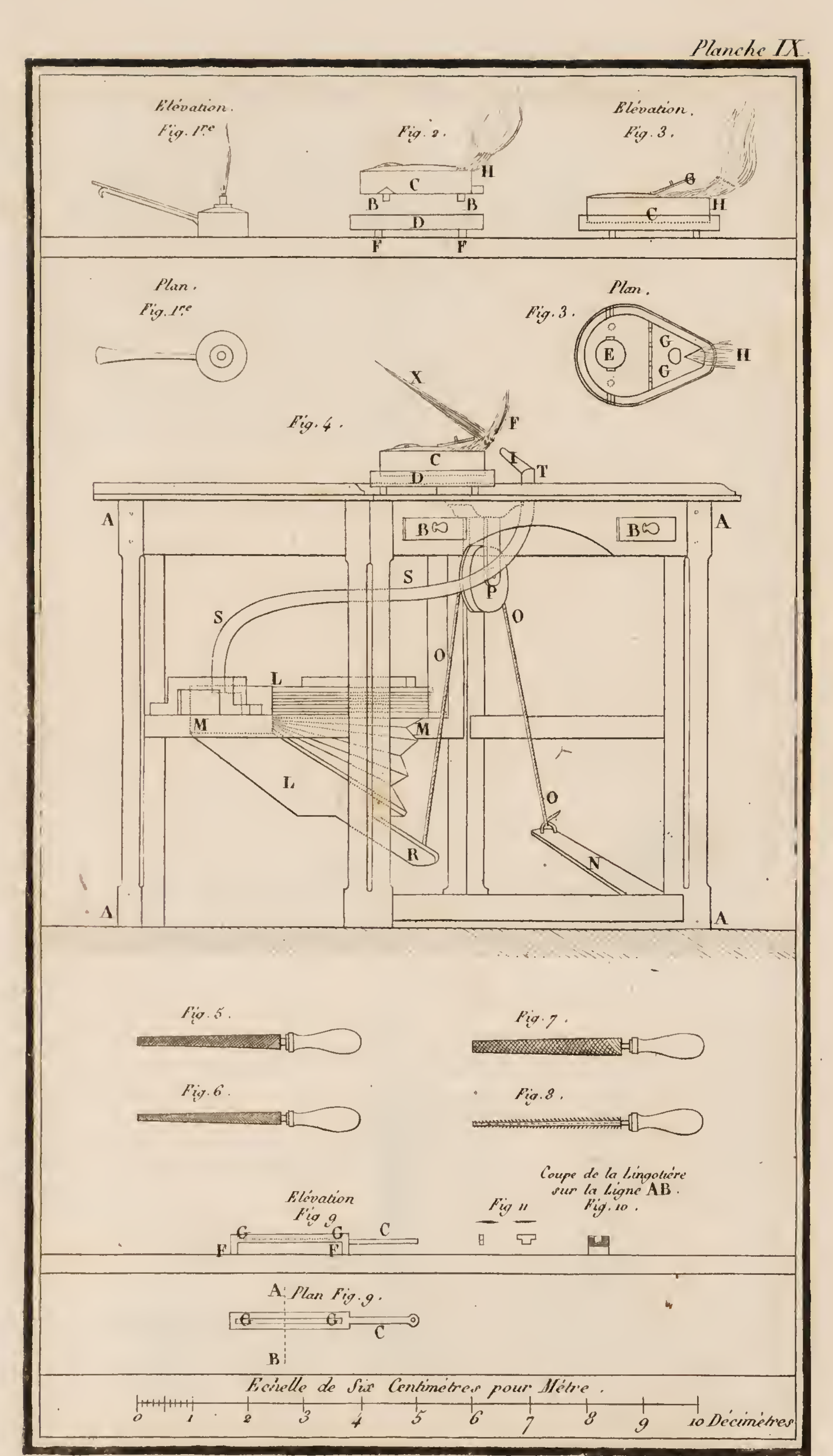


Planche VIII.



Dessiné par Girard

Gravé par Adam



Dessiné par Girard

Gravé par Adam

Coupe suivant la ligne C D

Fig. 2.

Elévation suivant la ligne E F

Fig. 3.

Elévation suivant la ligne G H

Fig. 4.

Fig. 7.

Plan suivant la ligne A B

Fig. 1re.

Fig. 5.

Fig. 6.

Echelle de neuf Centimètres pour Mètre pour les Fig. 1.2.3 et 4.

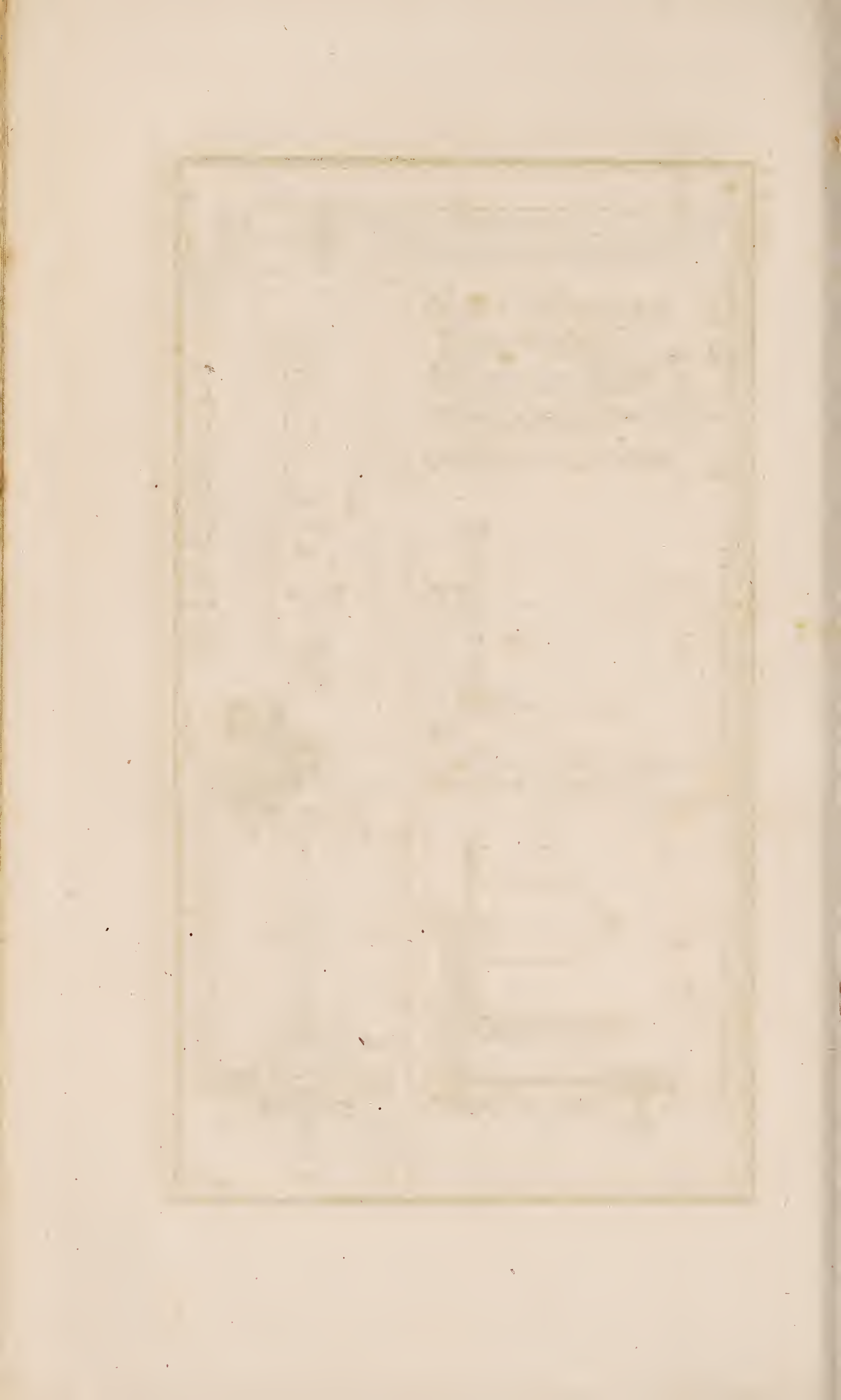
0 1 2 3 4 5 Décimètres.

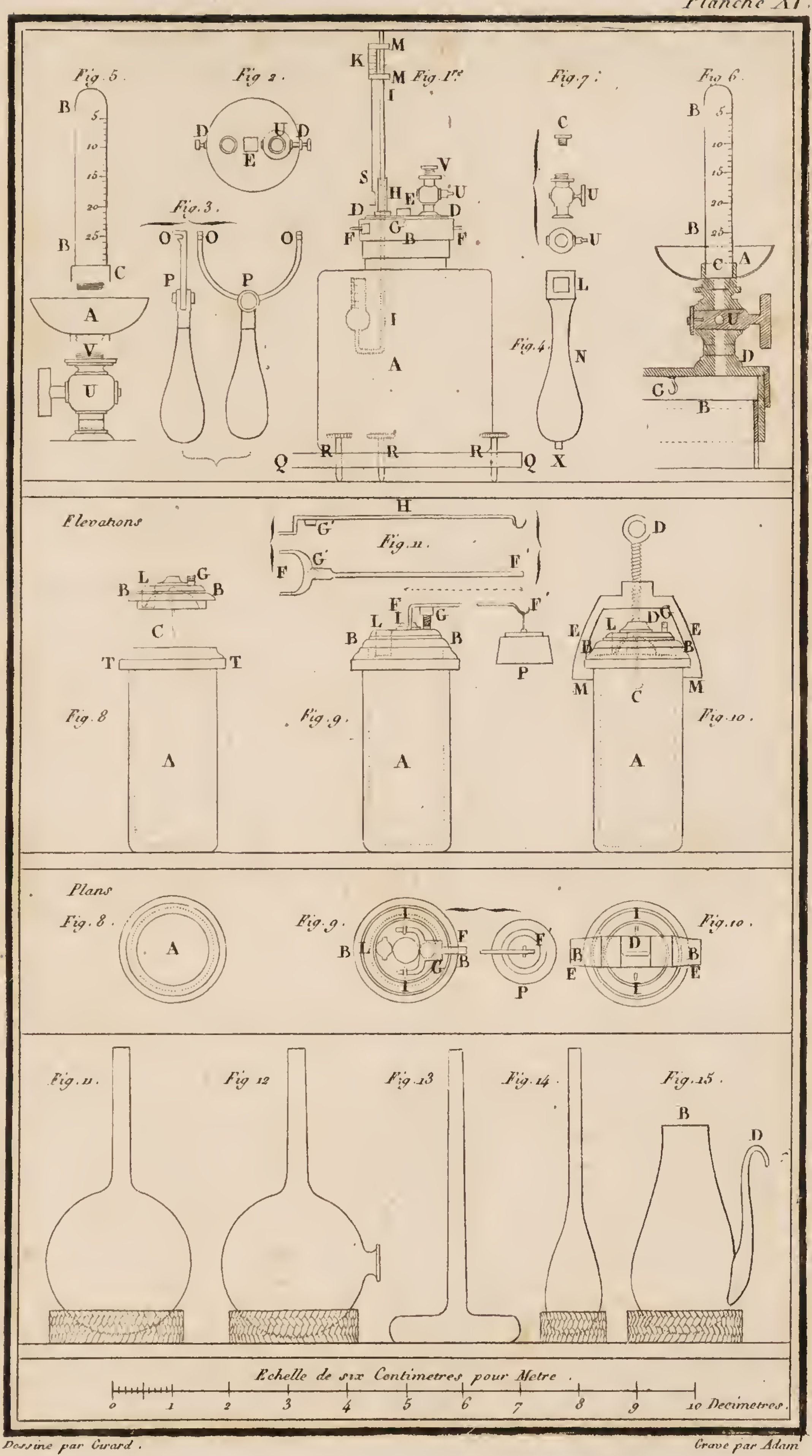
Echelle de vingt sept Centimètres pour Mètre pour les Fig. 5.6 et 7.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 20 Centimetres.

Dessiné par Girard.

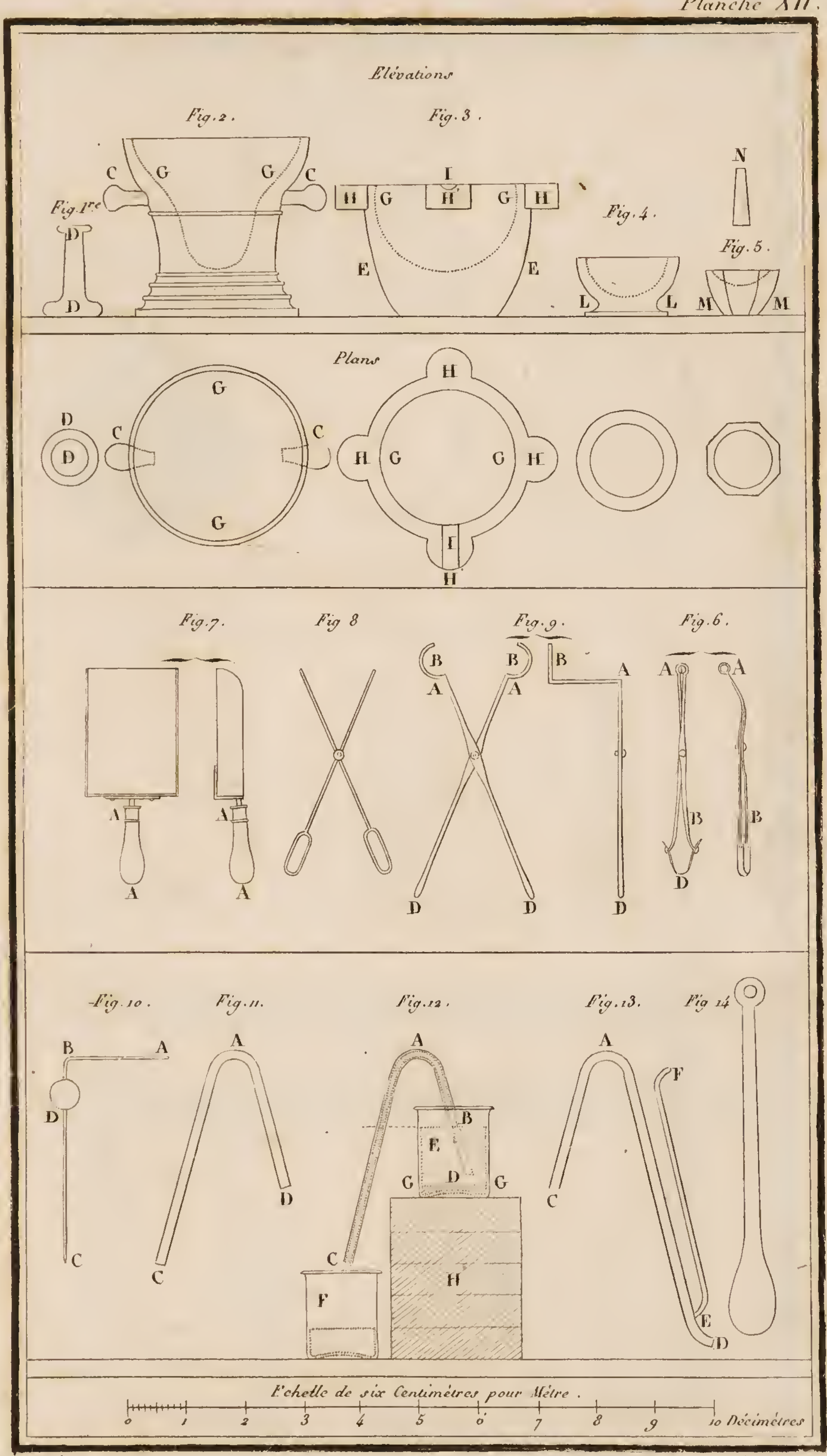
Gravé par Adam.





Dessiné par Girard. Gravé par Adam

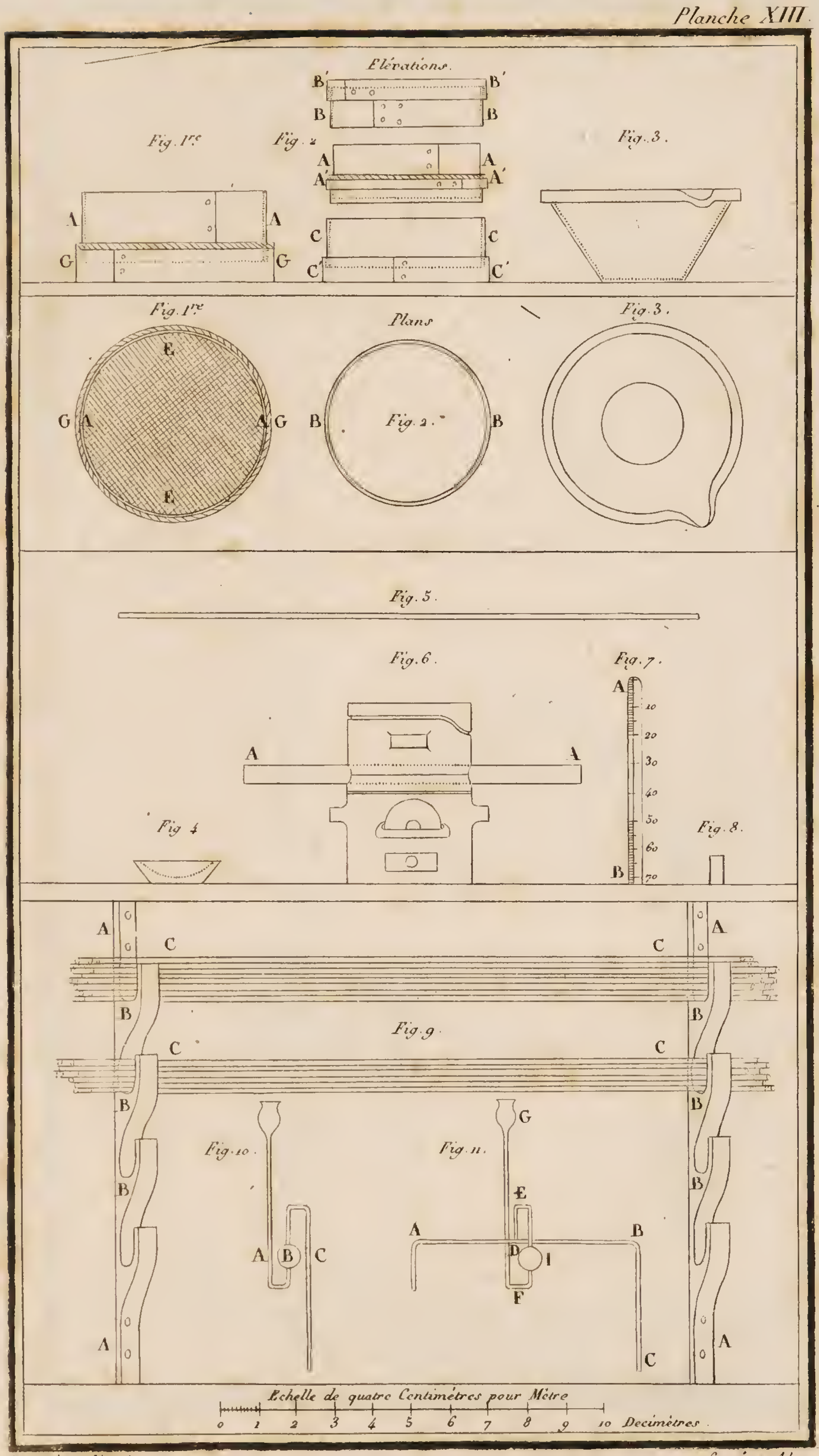
Planche XII.



Dessiné par Girard.

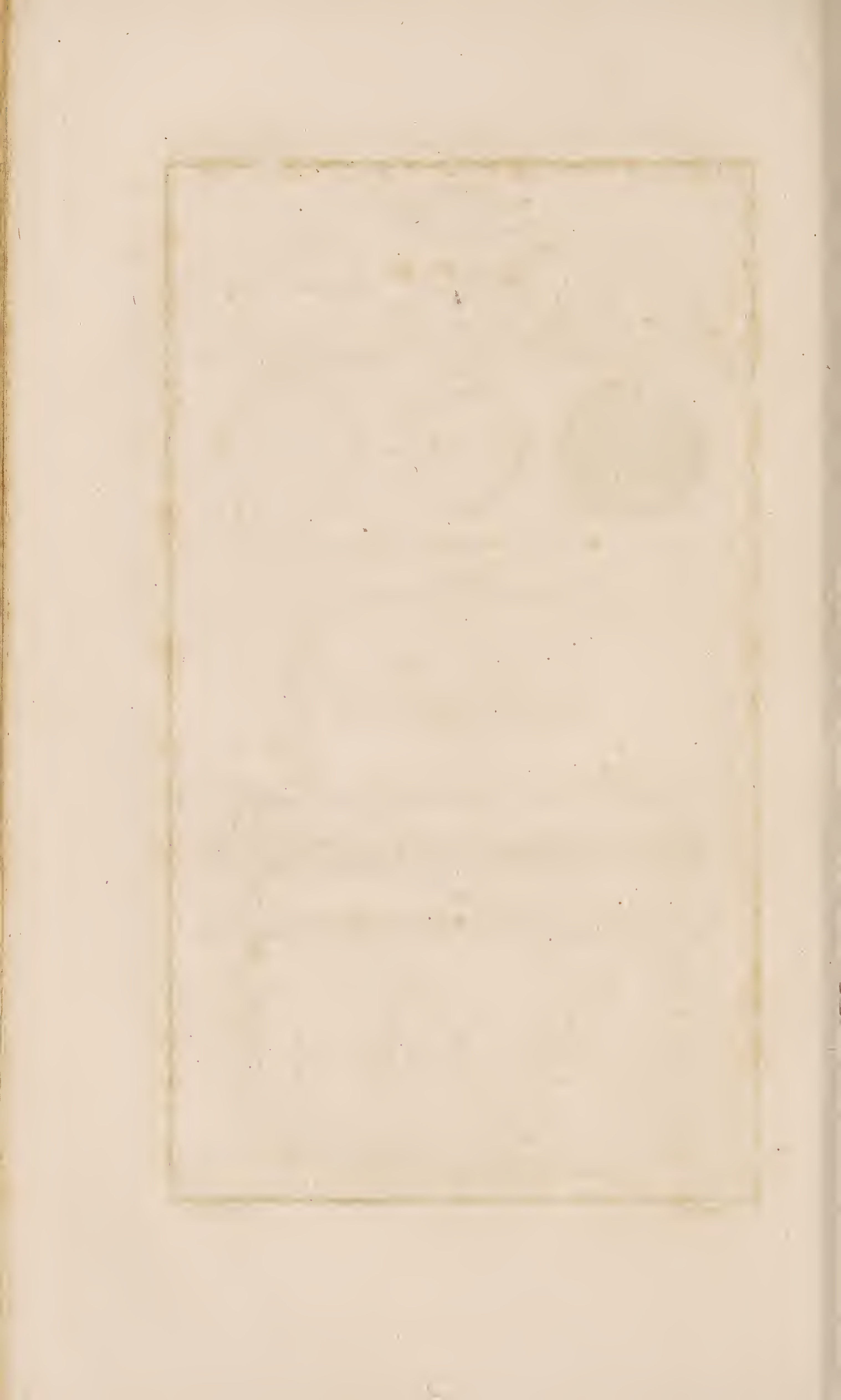
Gravé par Adam

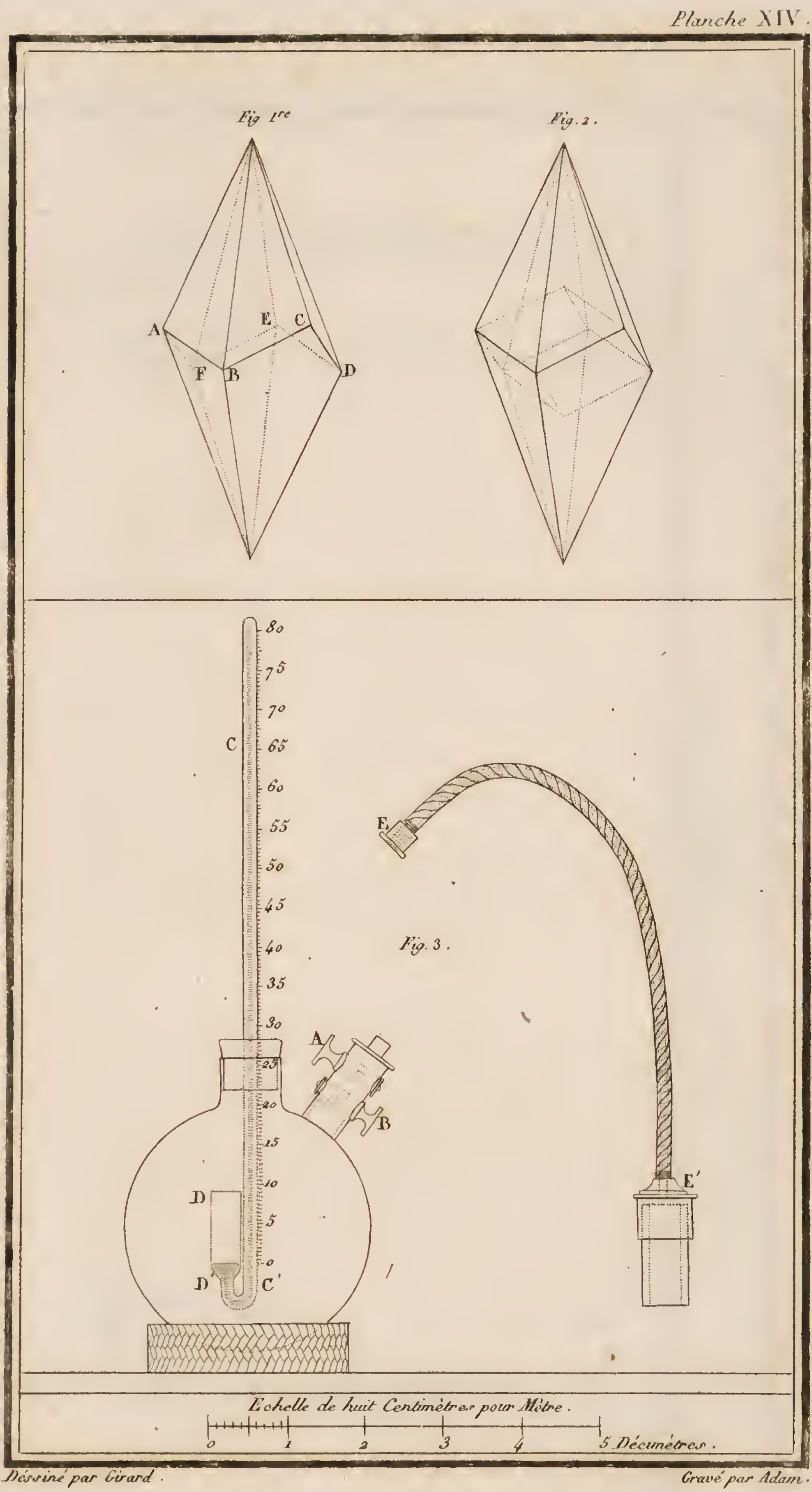




Dessiné par Girard

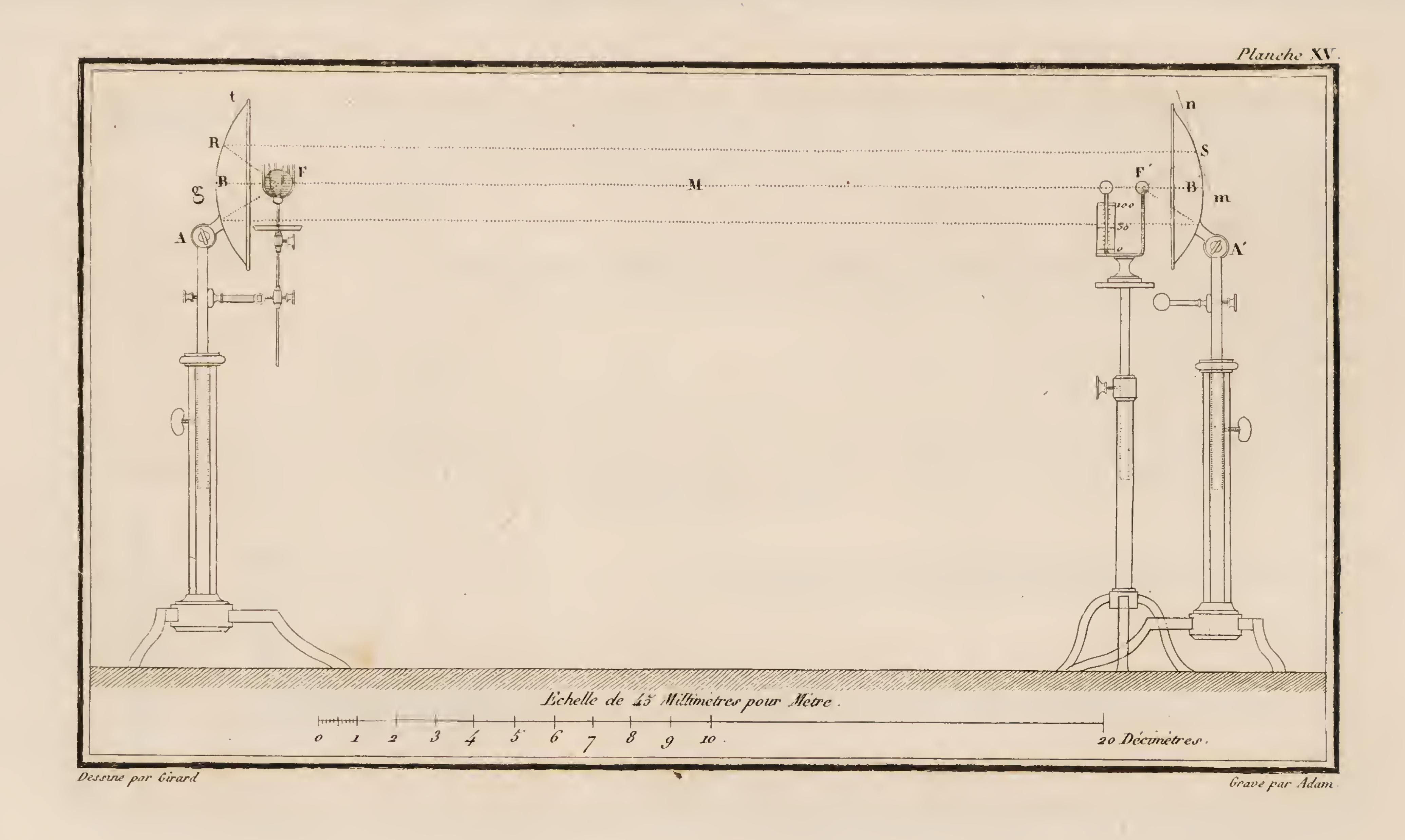
Gravé par Adam





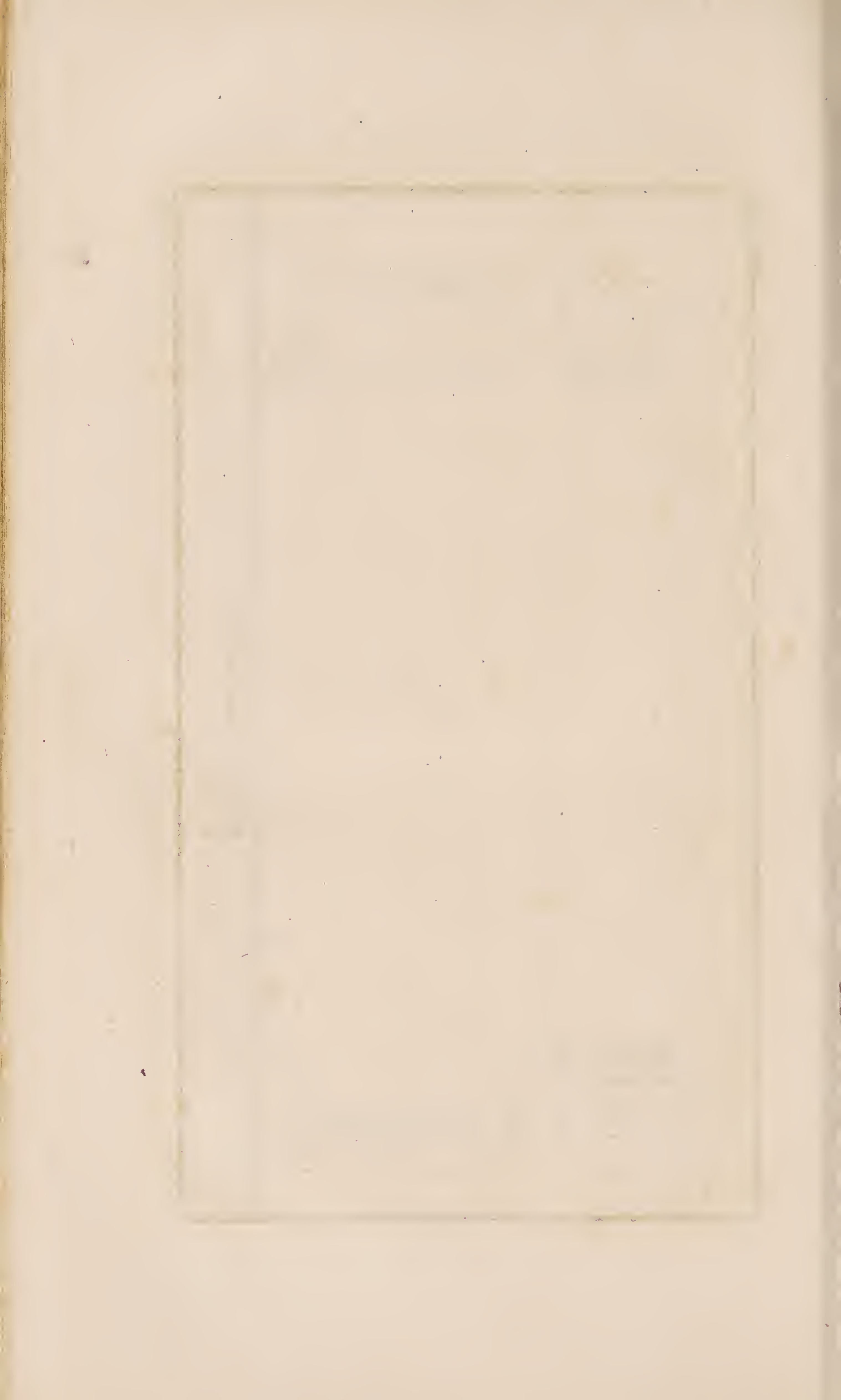
Déssiné par Girard. Gravé par Adam.

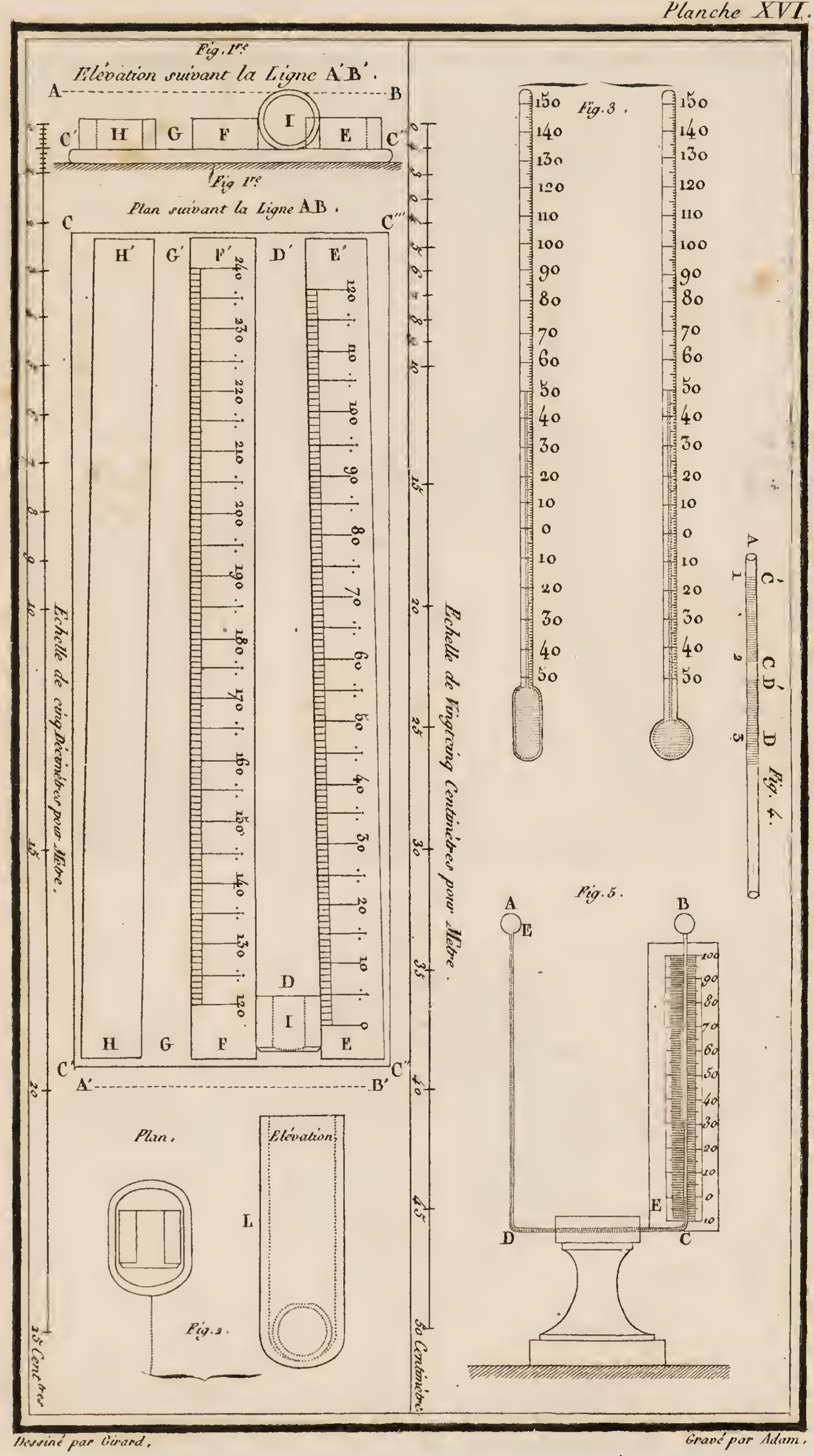




Dessiné par Girard

Gravé par Adam.





Dessiné par Girard. Gravé par Adam.

Coupe suivant la Ligne C D

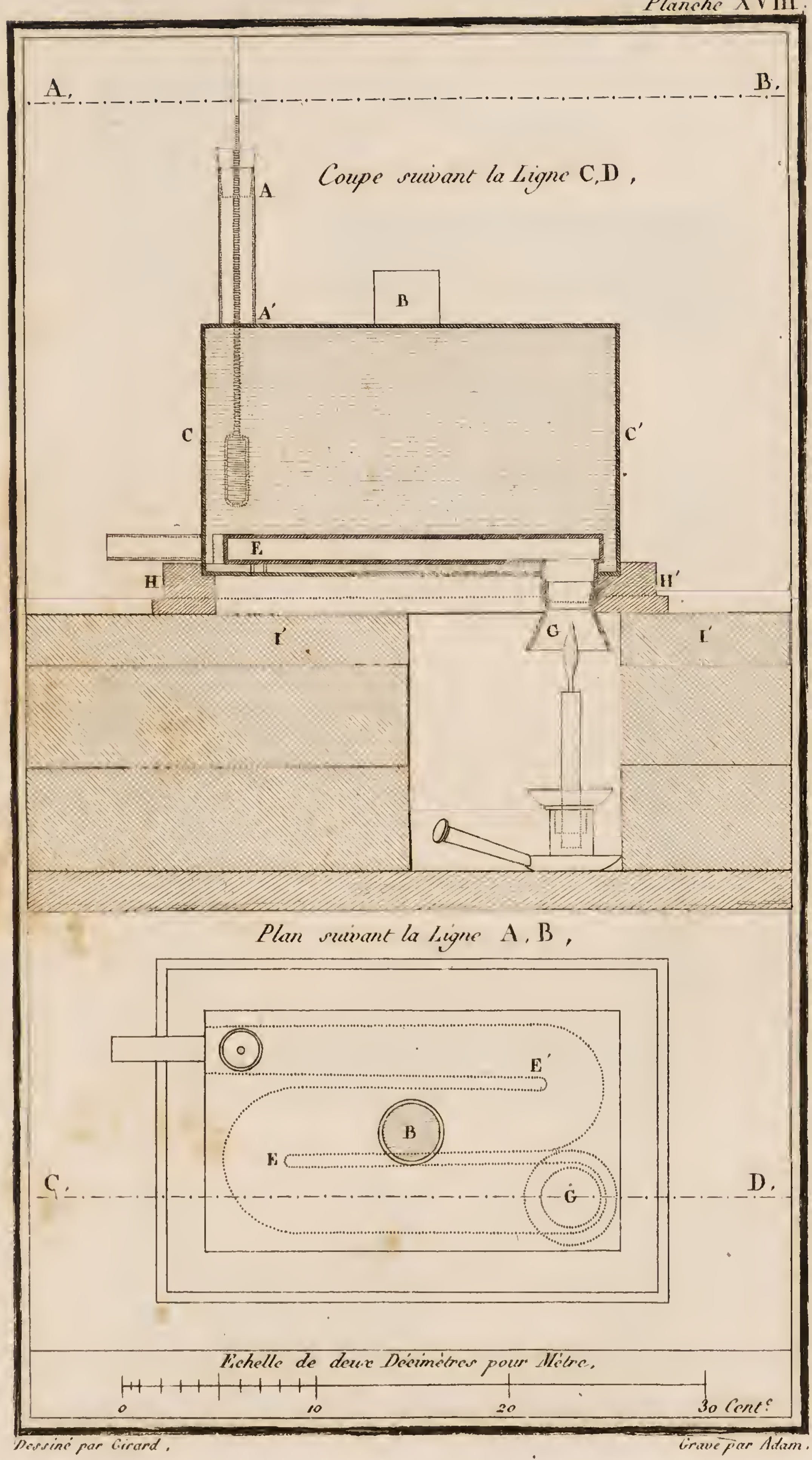
Plan suivant la Ligne A B.

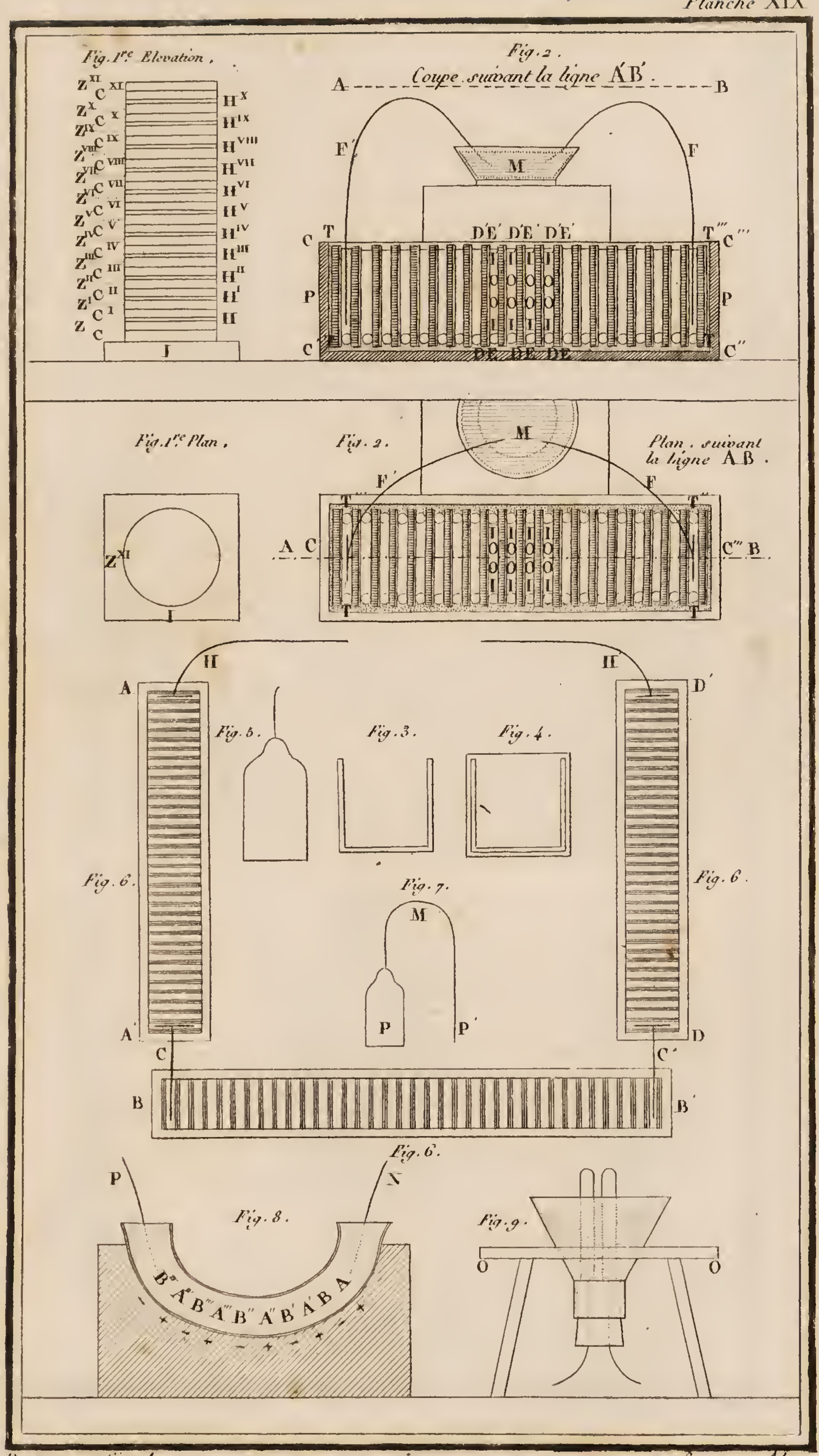
Echelle de 8 Centimètres pour Mètre.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 Décim.s

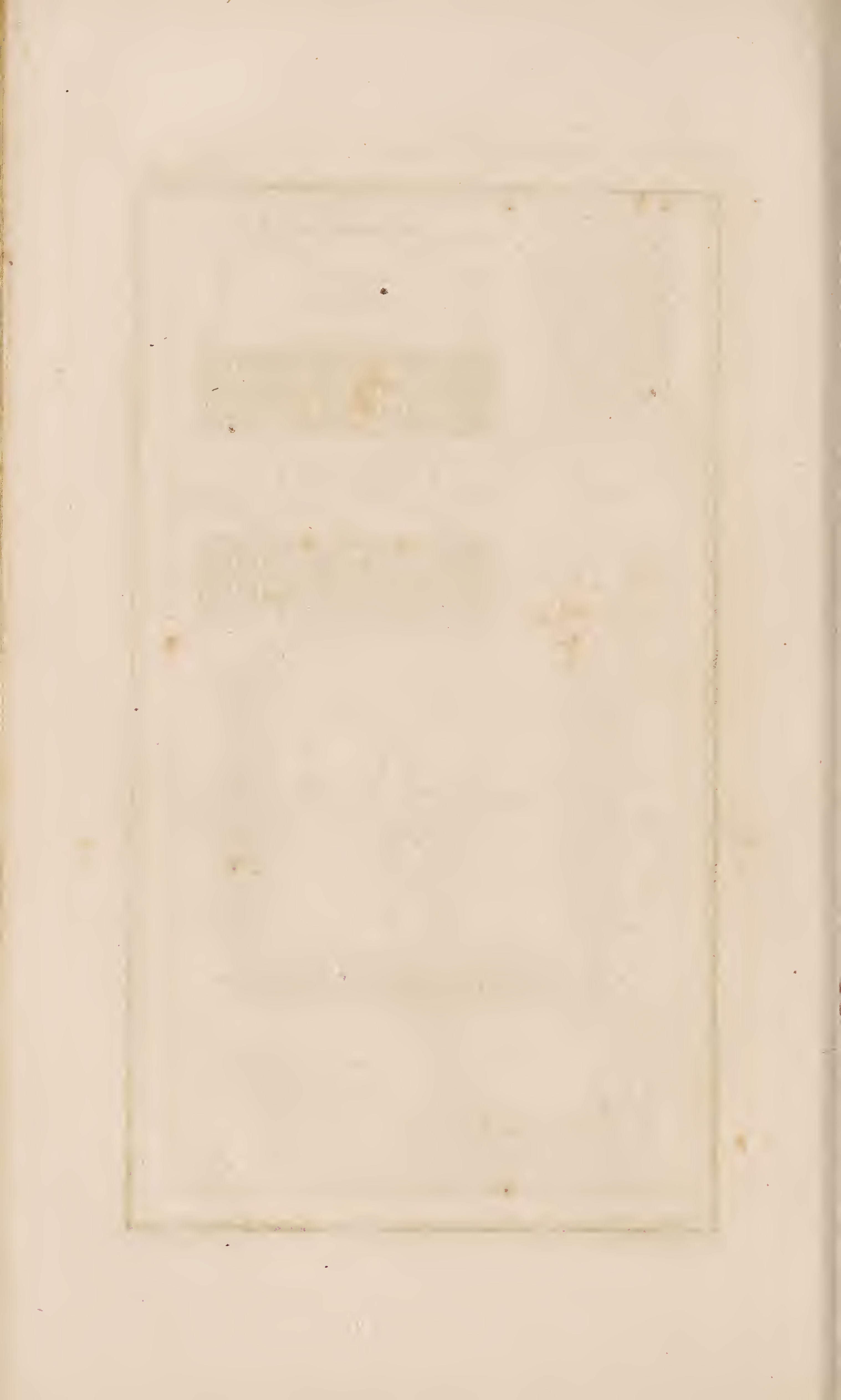
Dessiné par Girard. *Gravé par Adam.*

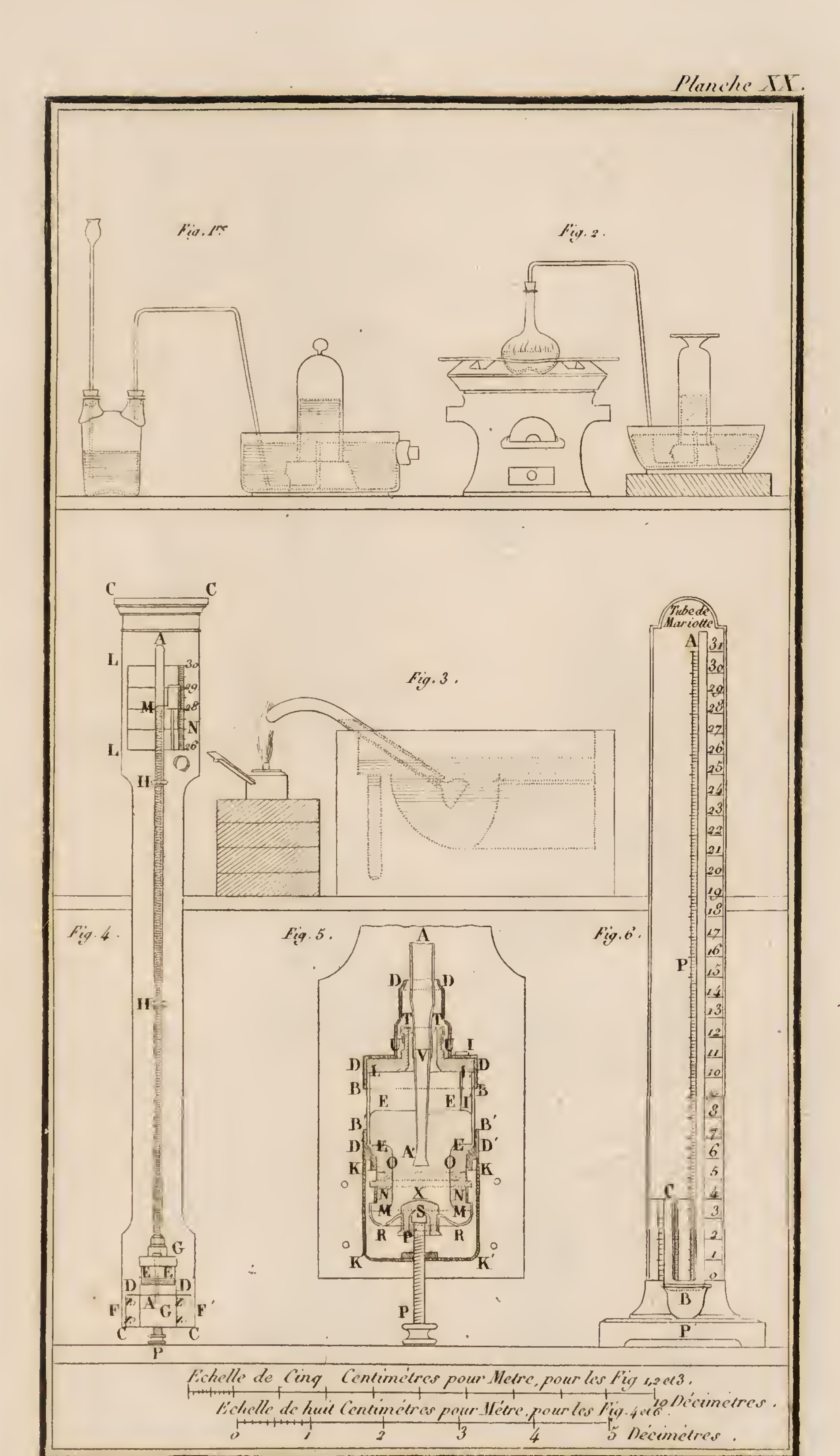



A, B.
Coupe suivant la Ligne C,D,
A
A′
B
C
C′
E
H
H′
G
I′
I′
Plan suivant la Ligne A, B,
E′
B
E
C.
D.
G
Echelle de deux Décimètres pour Mètre.
0
10
20
30 Cent.
Dessiné par Girard.
Gravé par Adam.



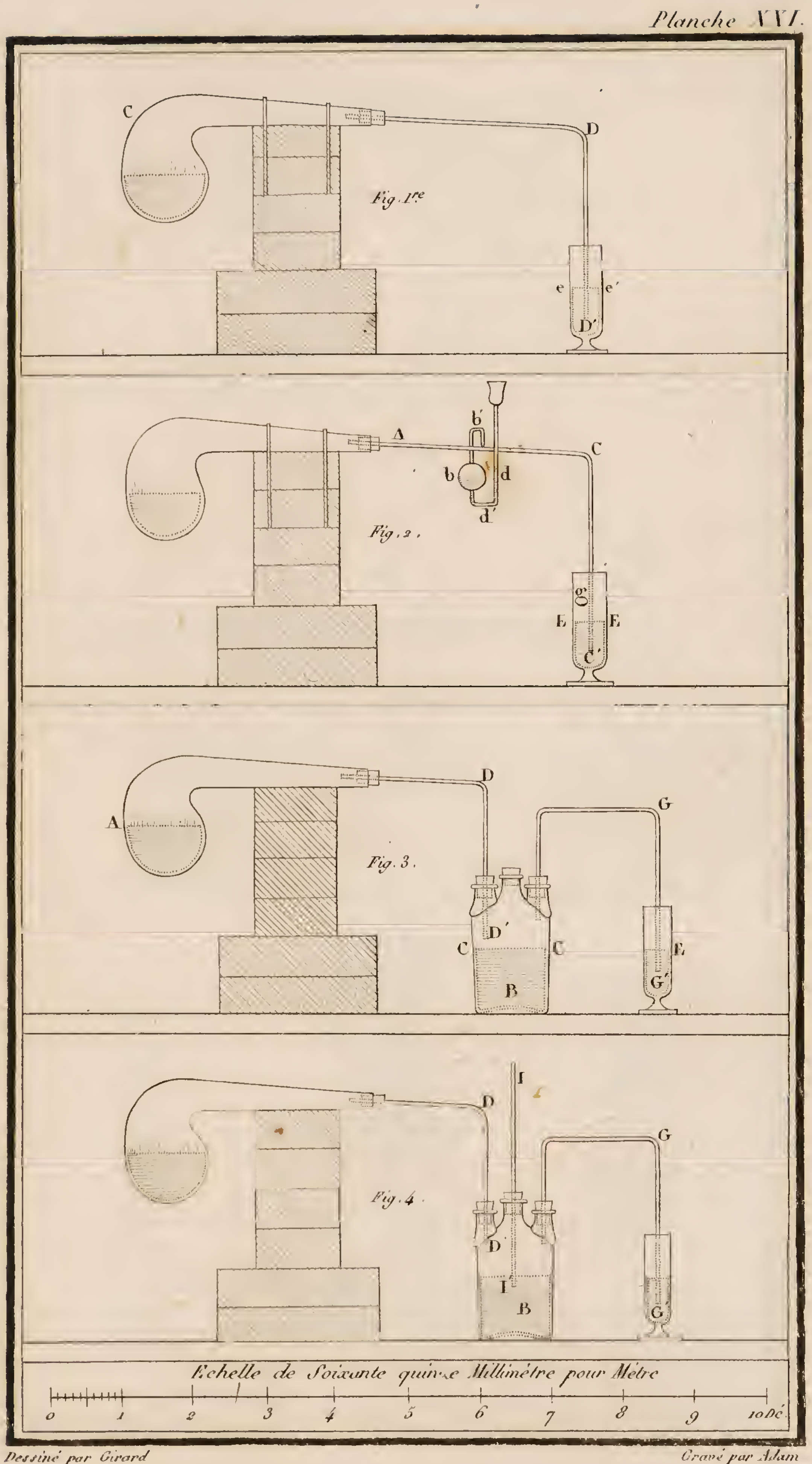
Dessiné par Girard. Gravé par Adam.





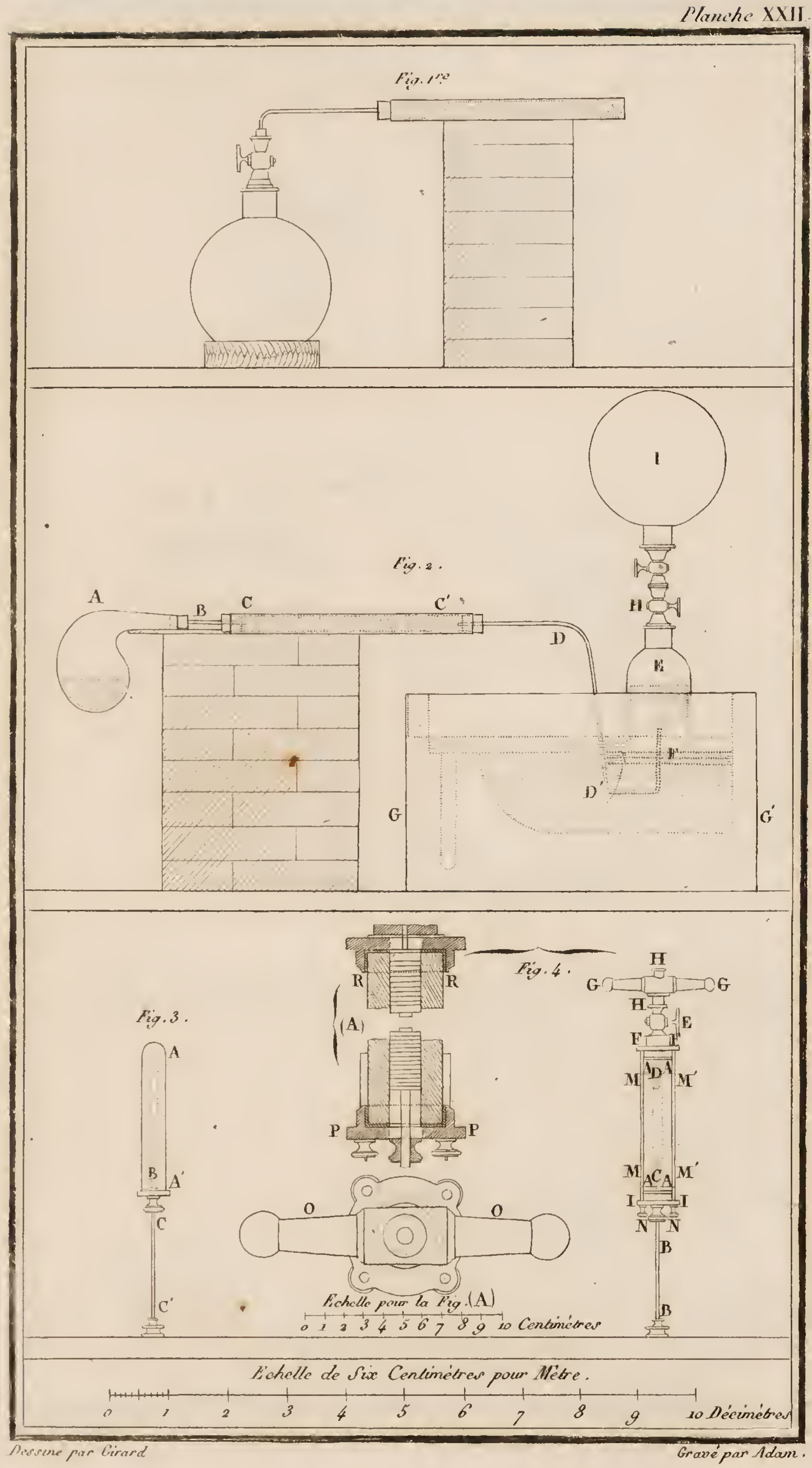
Dessiné par Girard. Gravé par Adam.





Dessiné par Girard

Gravé par Adam



Dessiné par Girard

Gravé par Adam.

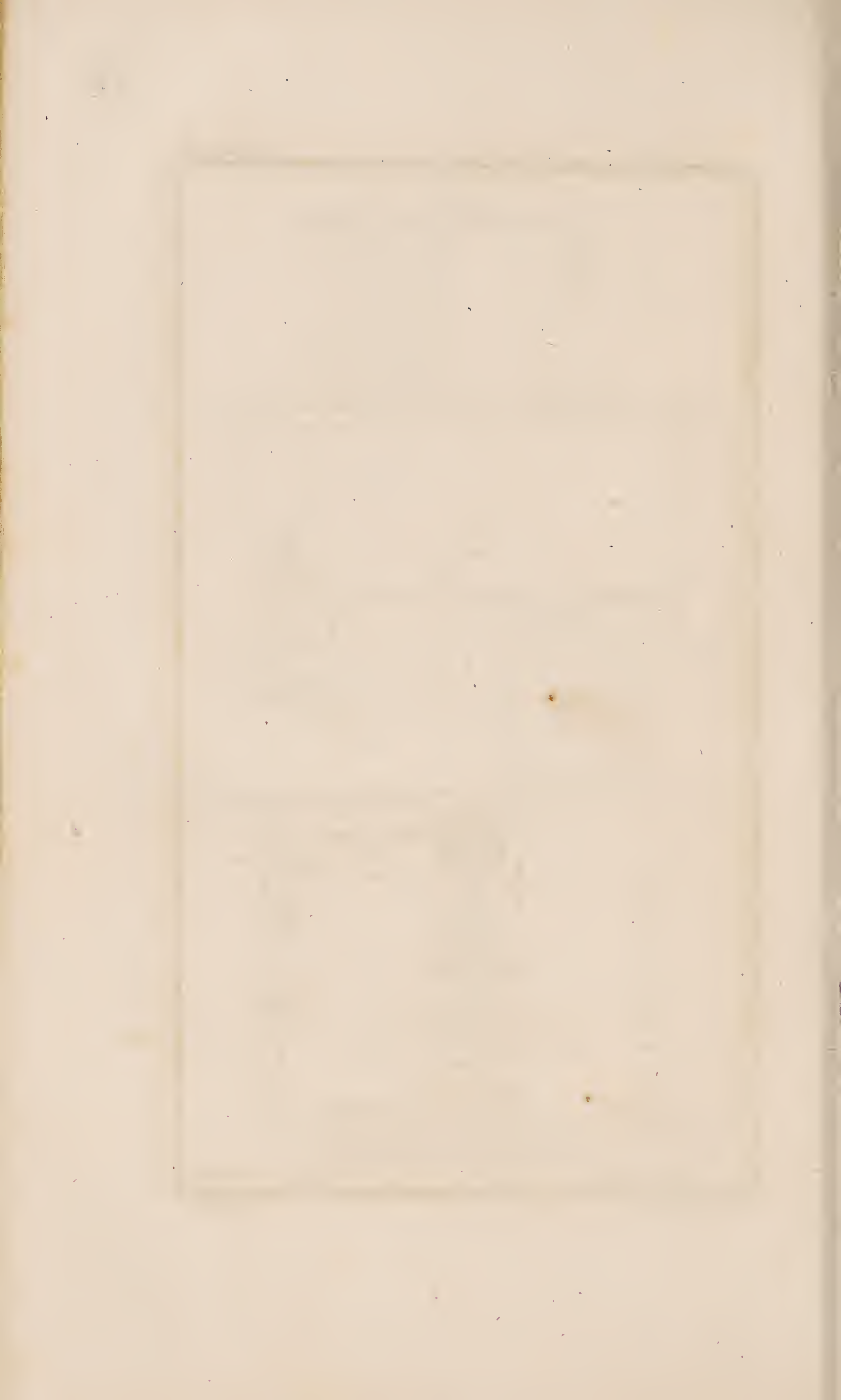
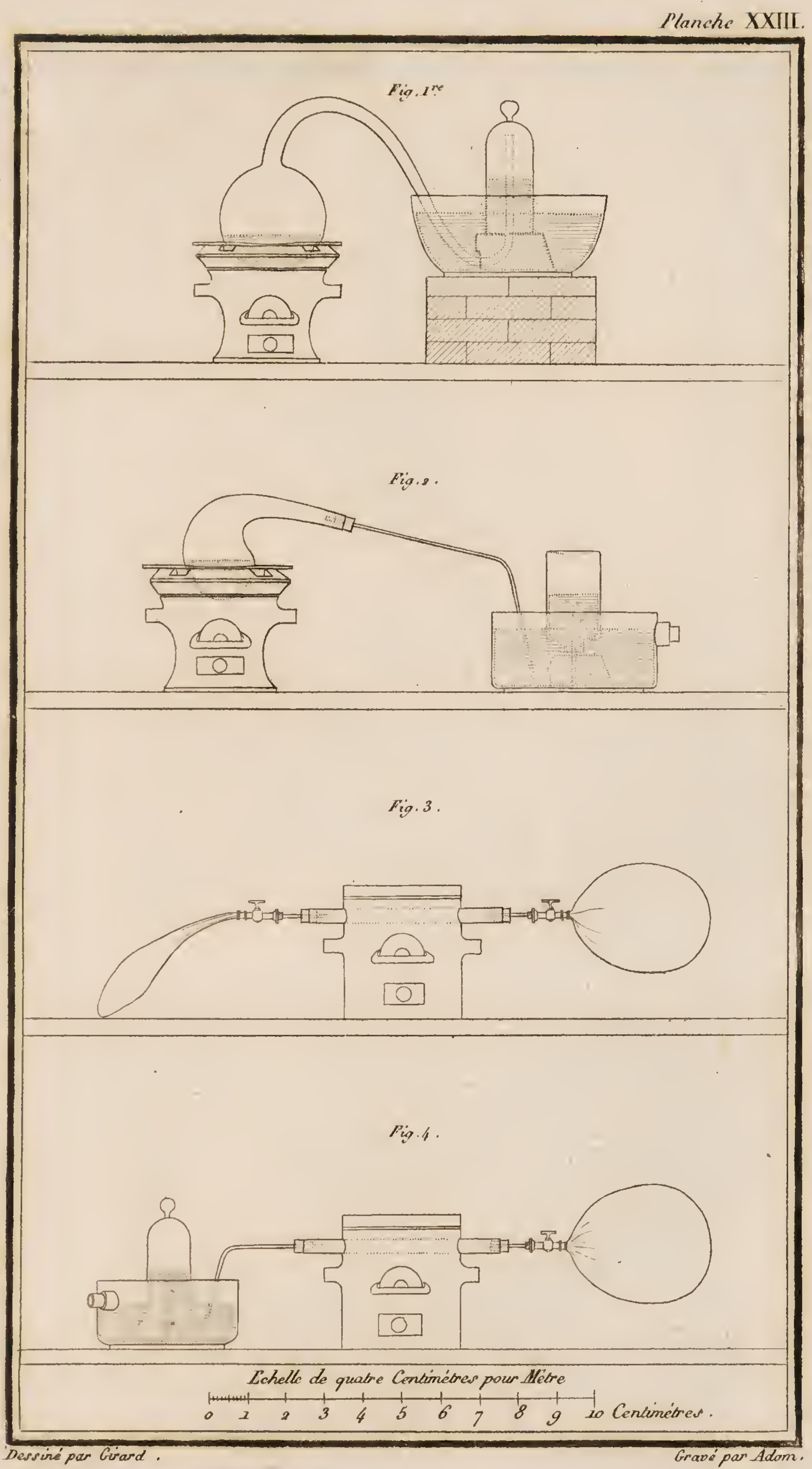


Planche XXIII.



Dessiné par Girard. Gravé par Adam.

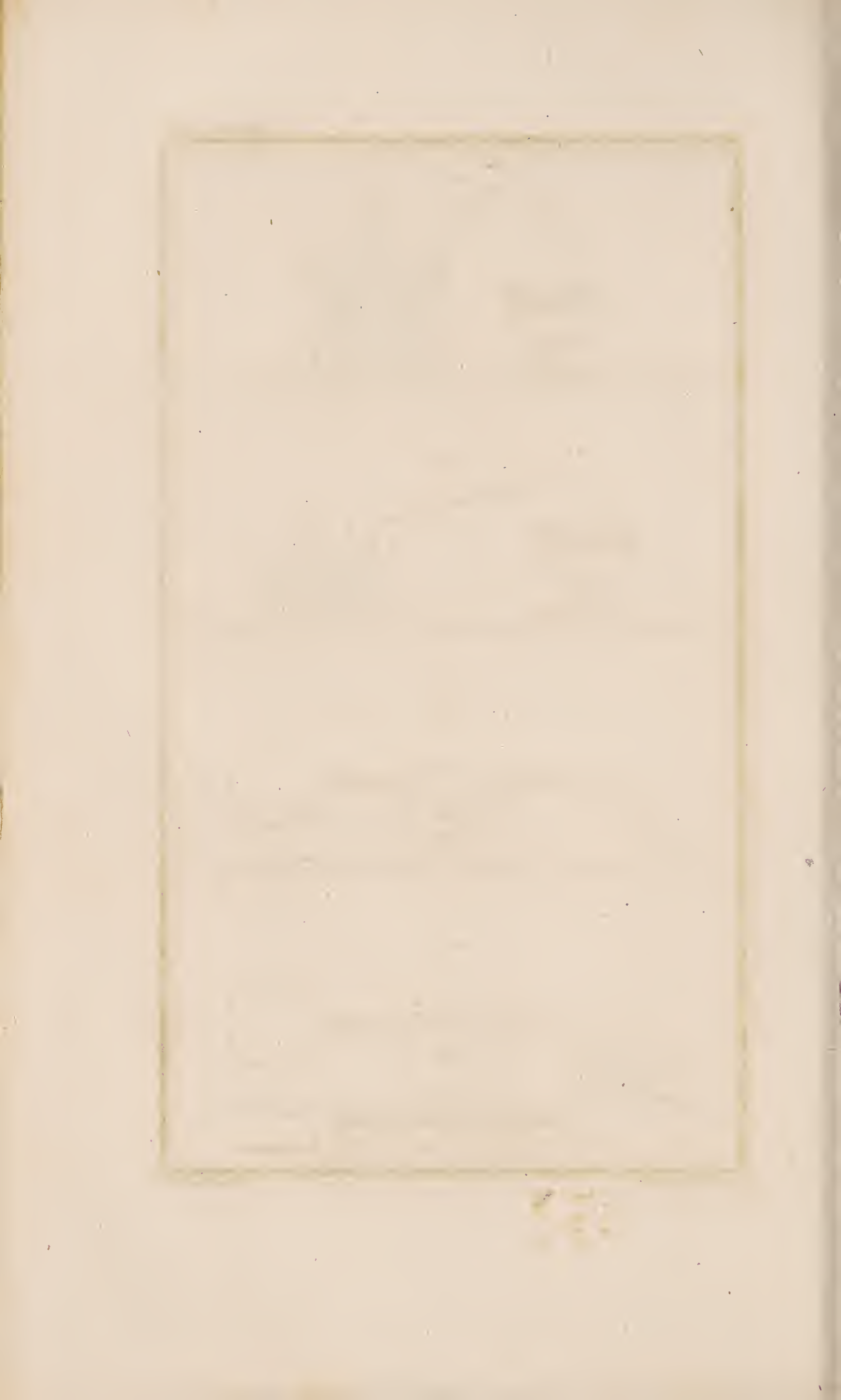


Planche XXIV.

B
B'
L
L
E
E'
F
F
I
I'
10
20
30
40
50
60

Echelle de quatre Centimètres pour Mètre.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 20 Décimètres.

Dessiné par Girard.

Gravé par Adam.

Elévation suivant la Ligne C D.

Fig. 1re

Elévation suivant la Lig. E F.

Fig. 2.

Fig. 3.

Plan suivant la Ligne A B.

Fig. 1re

Fig. 4.

Echelle de quatre Centimétres pour Métre, pour les Fig. 1 et 2.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 Decimetres.

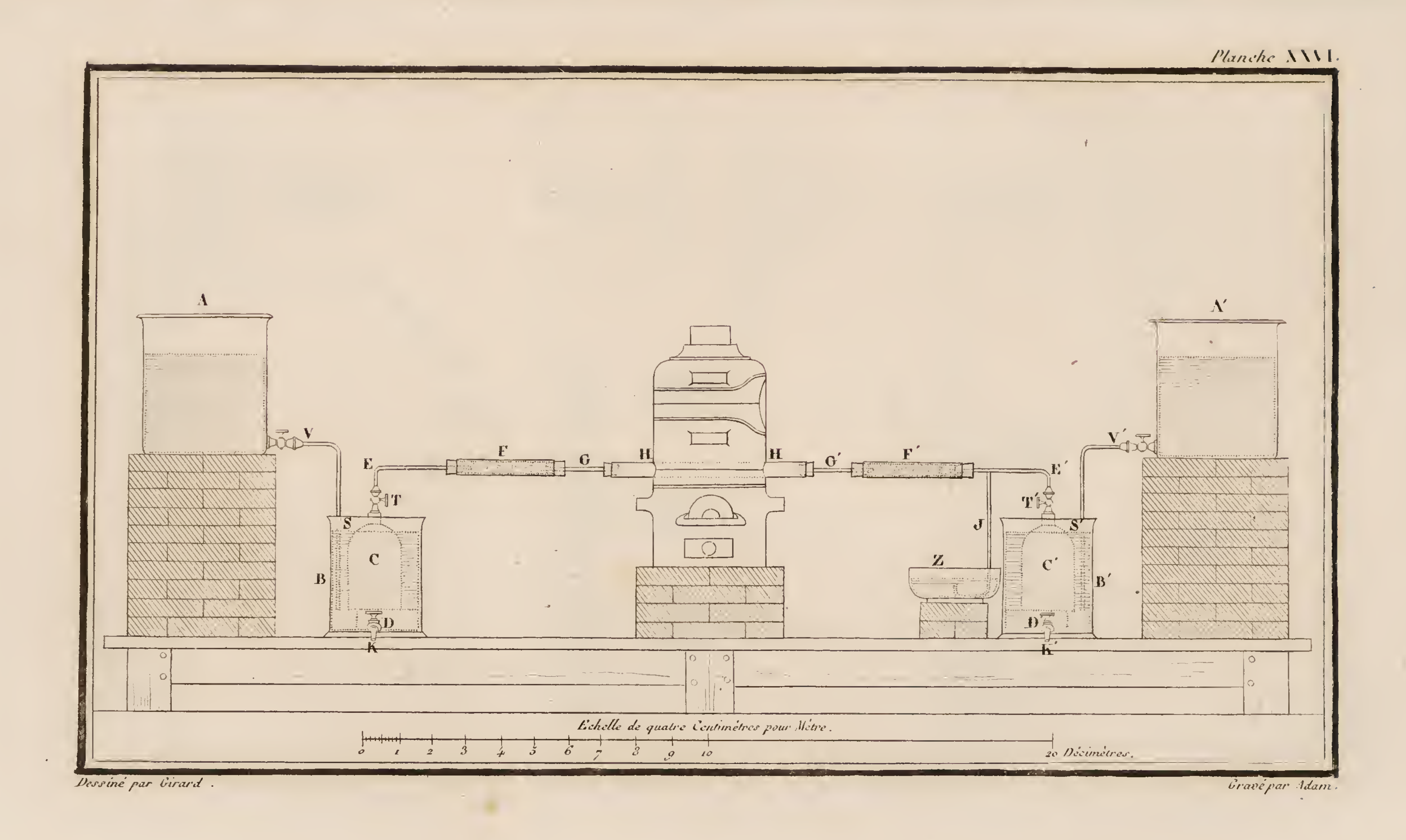
Echelle de seize Centimétres pour Métre, pour les Fig. 3 et 4.

0 1 2 Decimétres.

Dessiné par Girard

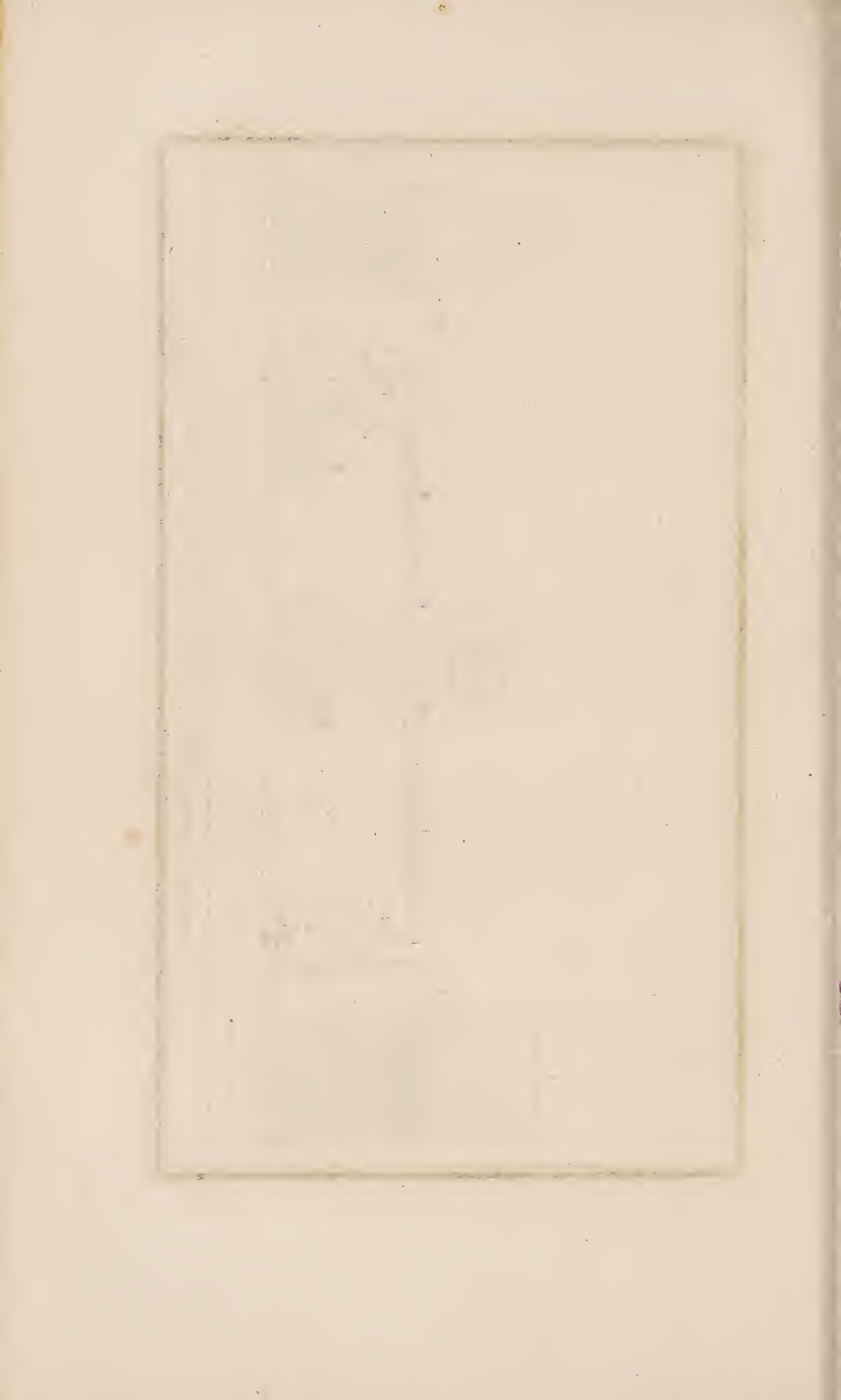
Gravé par Adam.

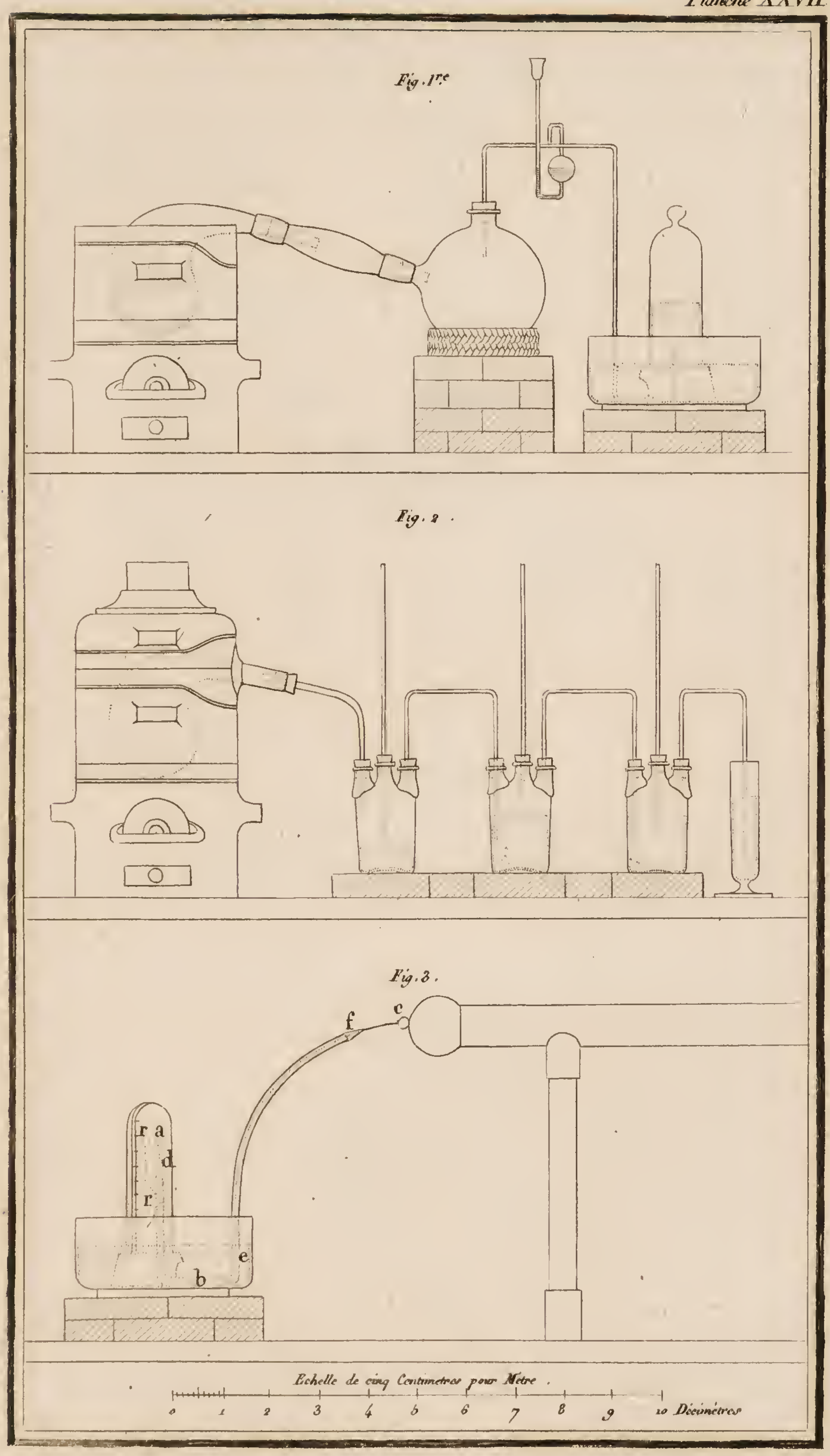
Planche XXVI.



Dessiné par Girard.

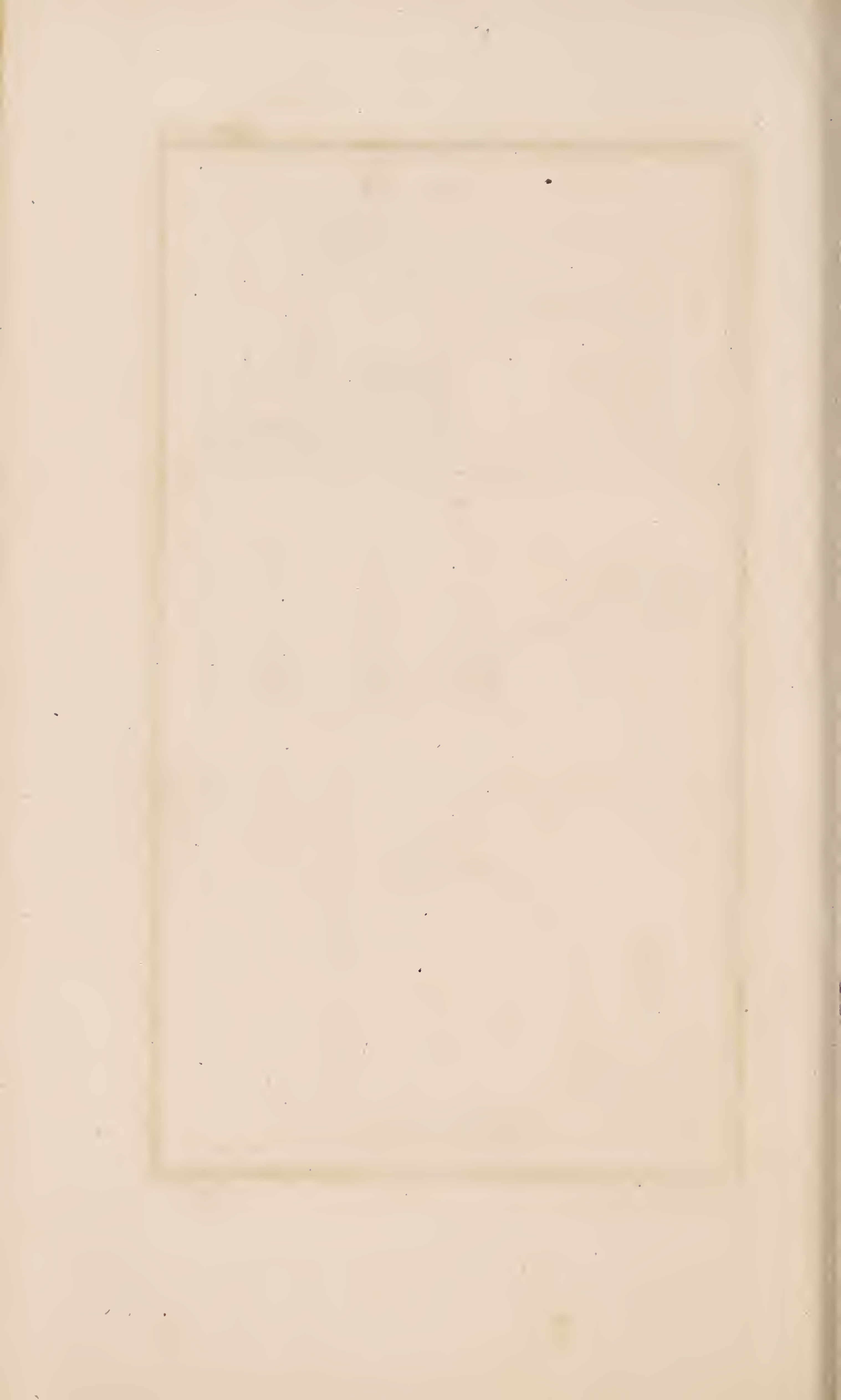
Gravé par Adam.

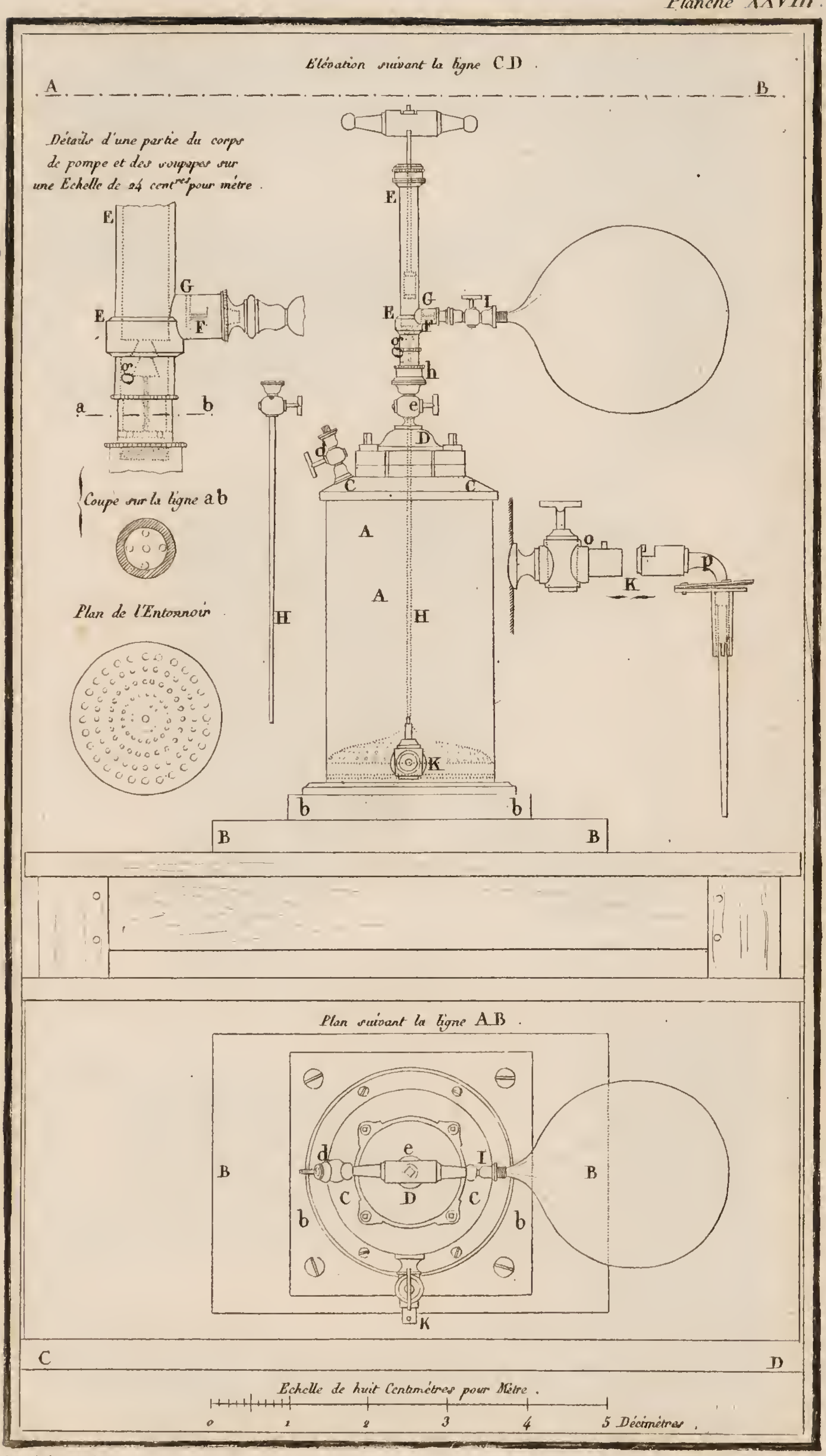




Dessiné par Girard

Gravé par Adam





Dessiné par Girard. Gravé par Adam.

Planche XXIX.

Coupe verticale suivant la ligne A B

Fig. 2.

Haut Fourneau.

Plan.

Fig. 1re

Coupe verticale suivant la ligne C D

Fig. 3.

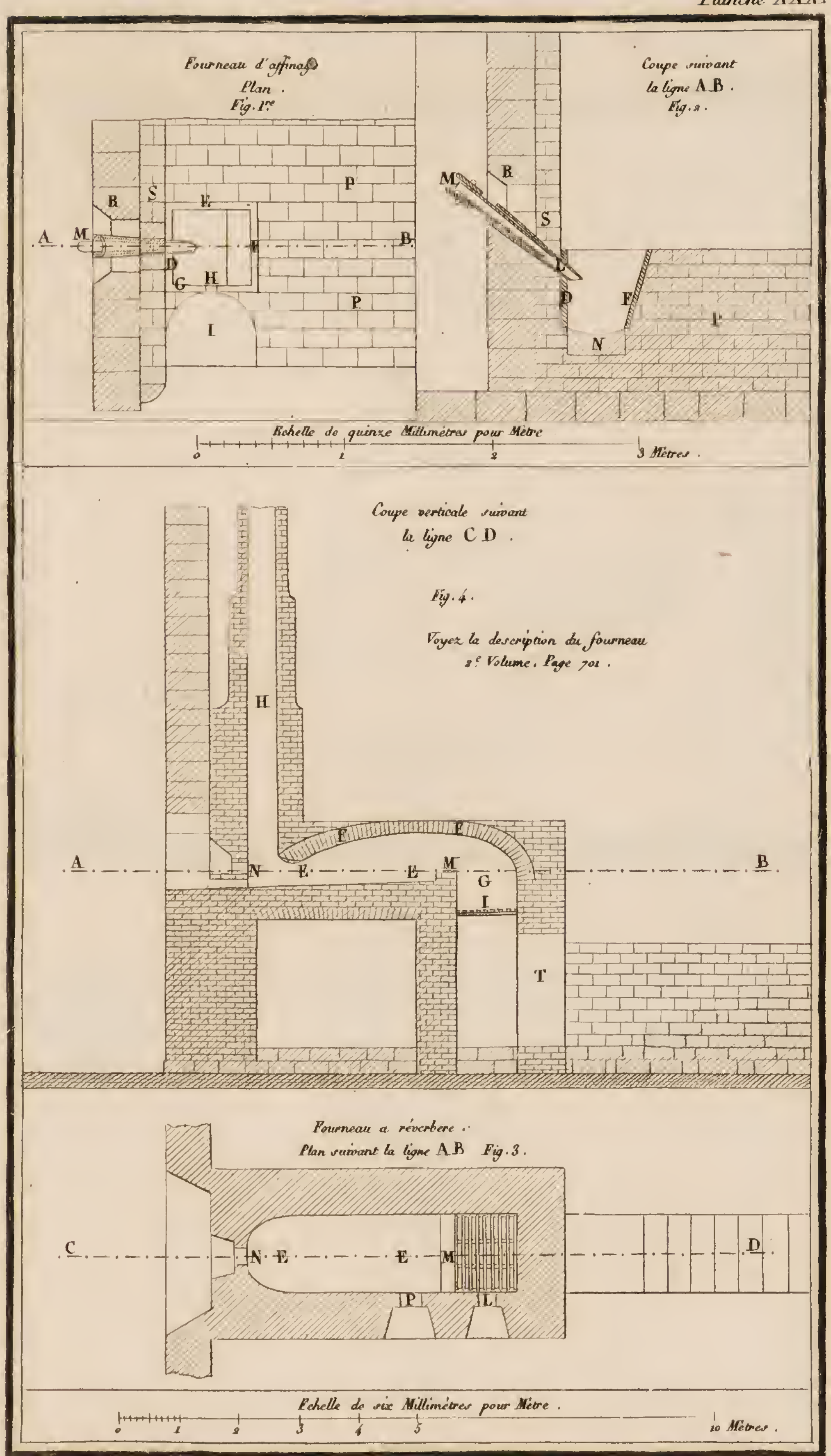
Echelle de six Millimètres pour Mètre.

0 1 2 3 4 5 10 15 Mètres.

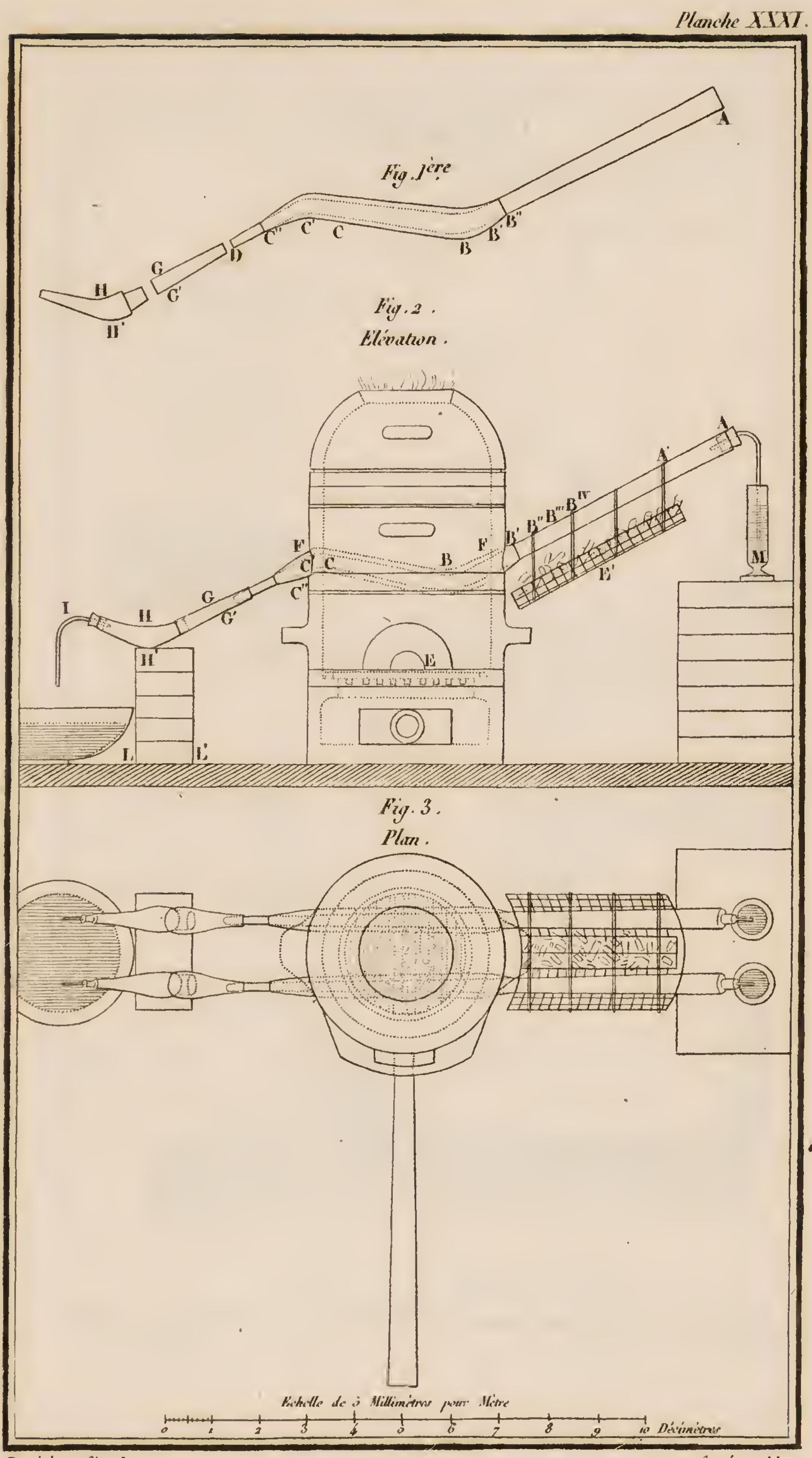
Dessiné par Girard

Gravé par Adam



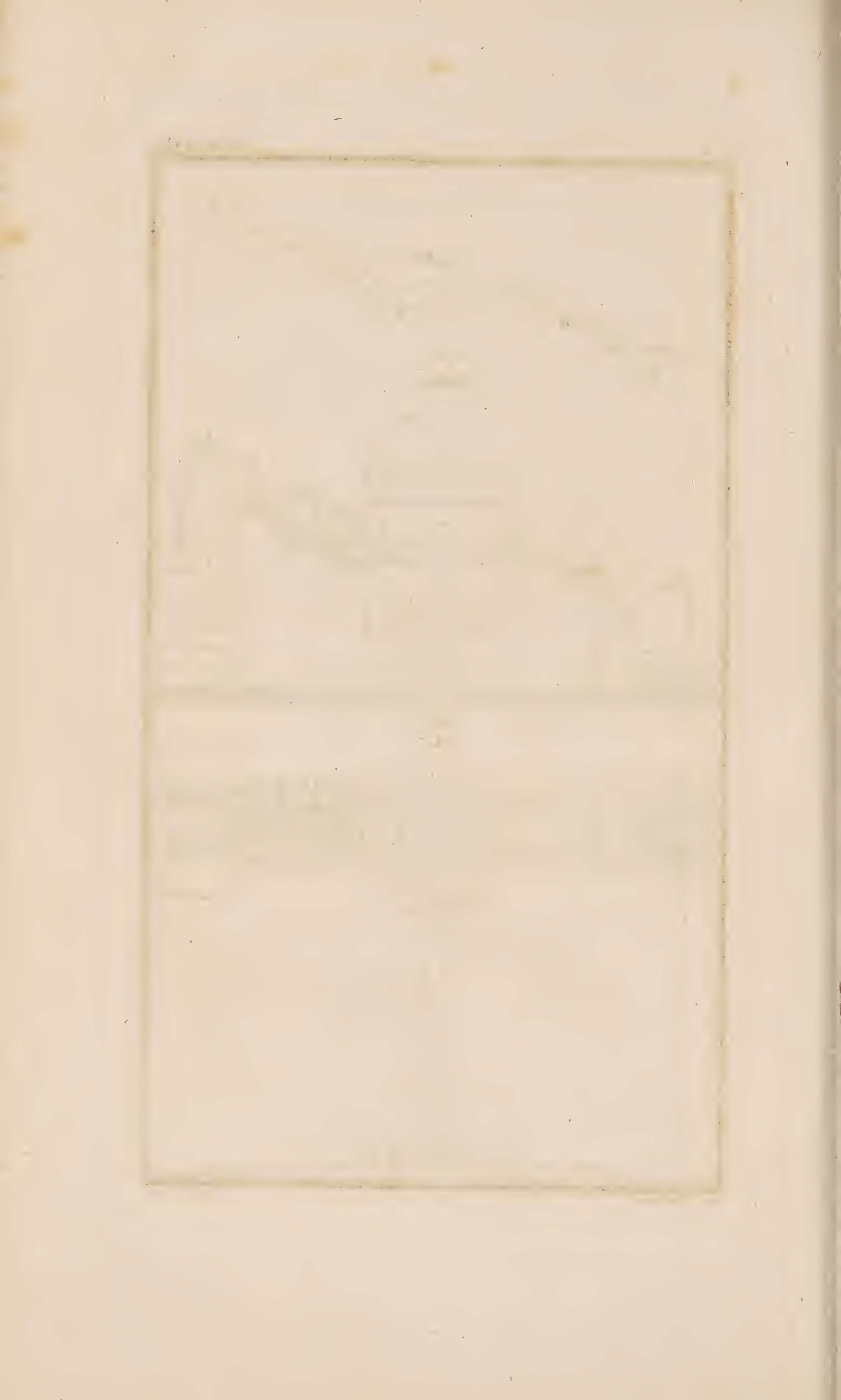


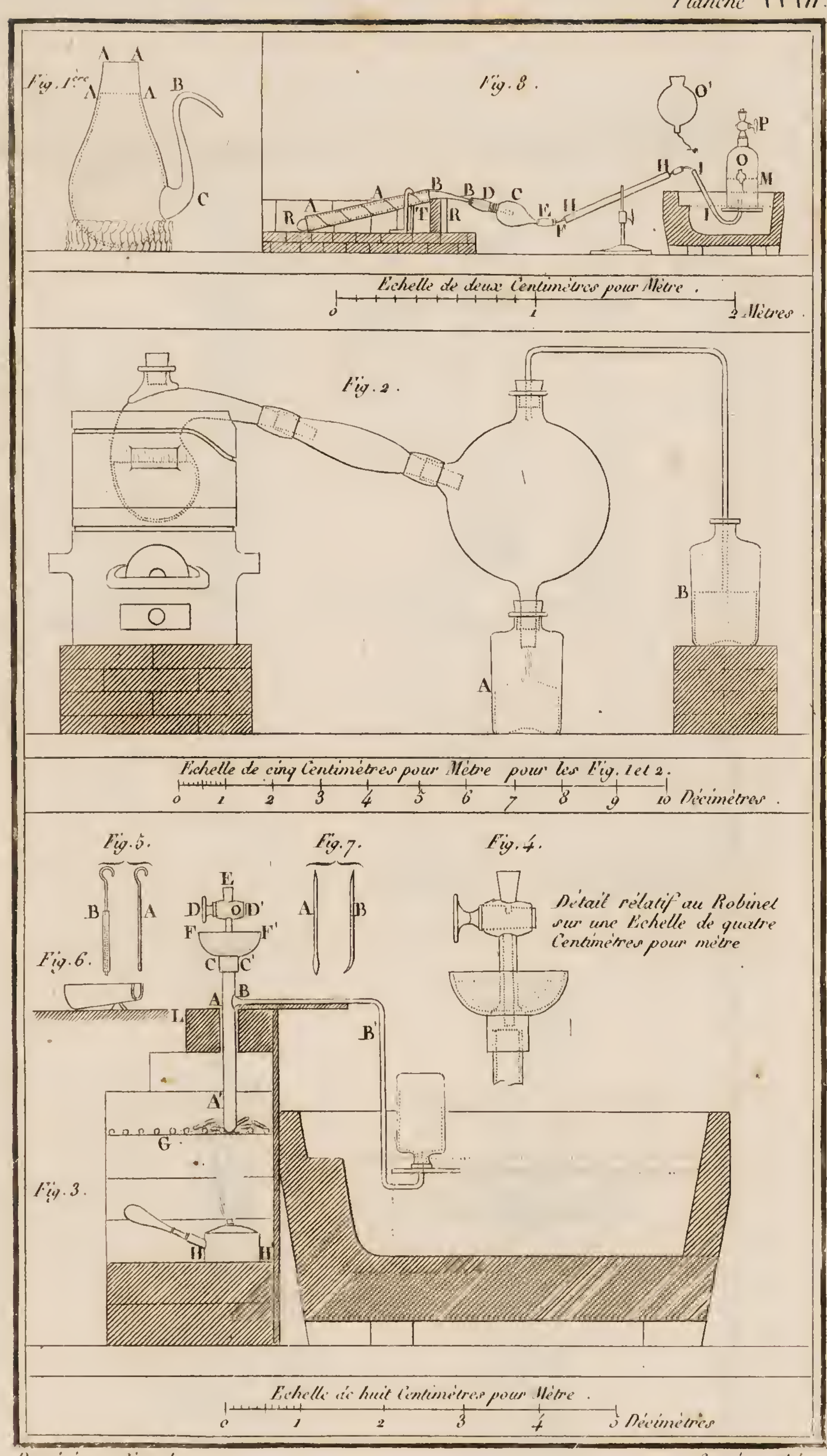
Dessiné par Girard. Gravé par Adam.



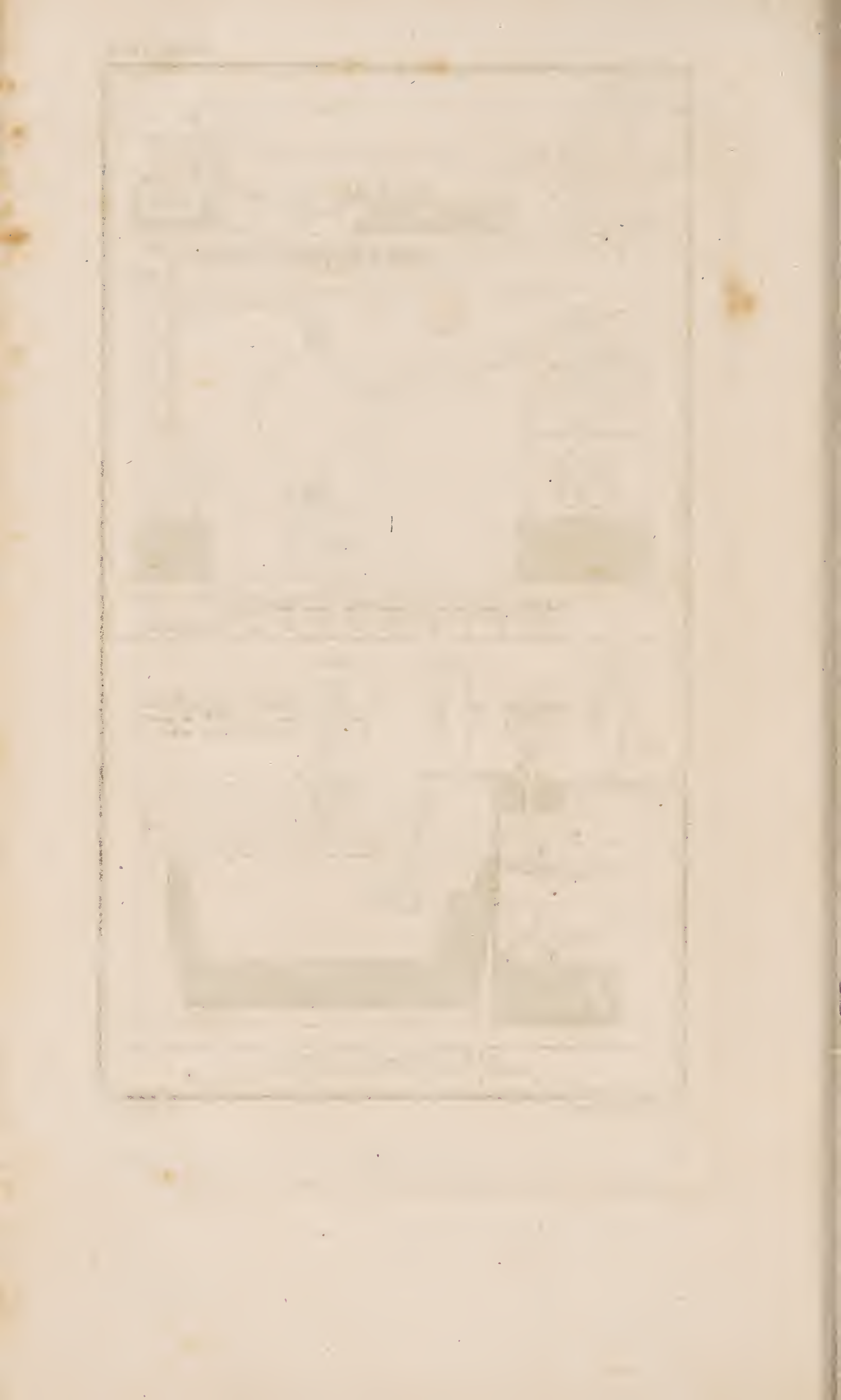
Dessiné par Girard

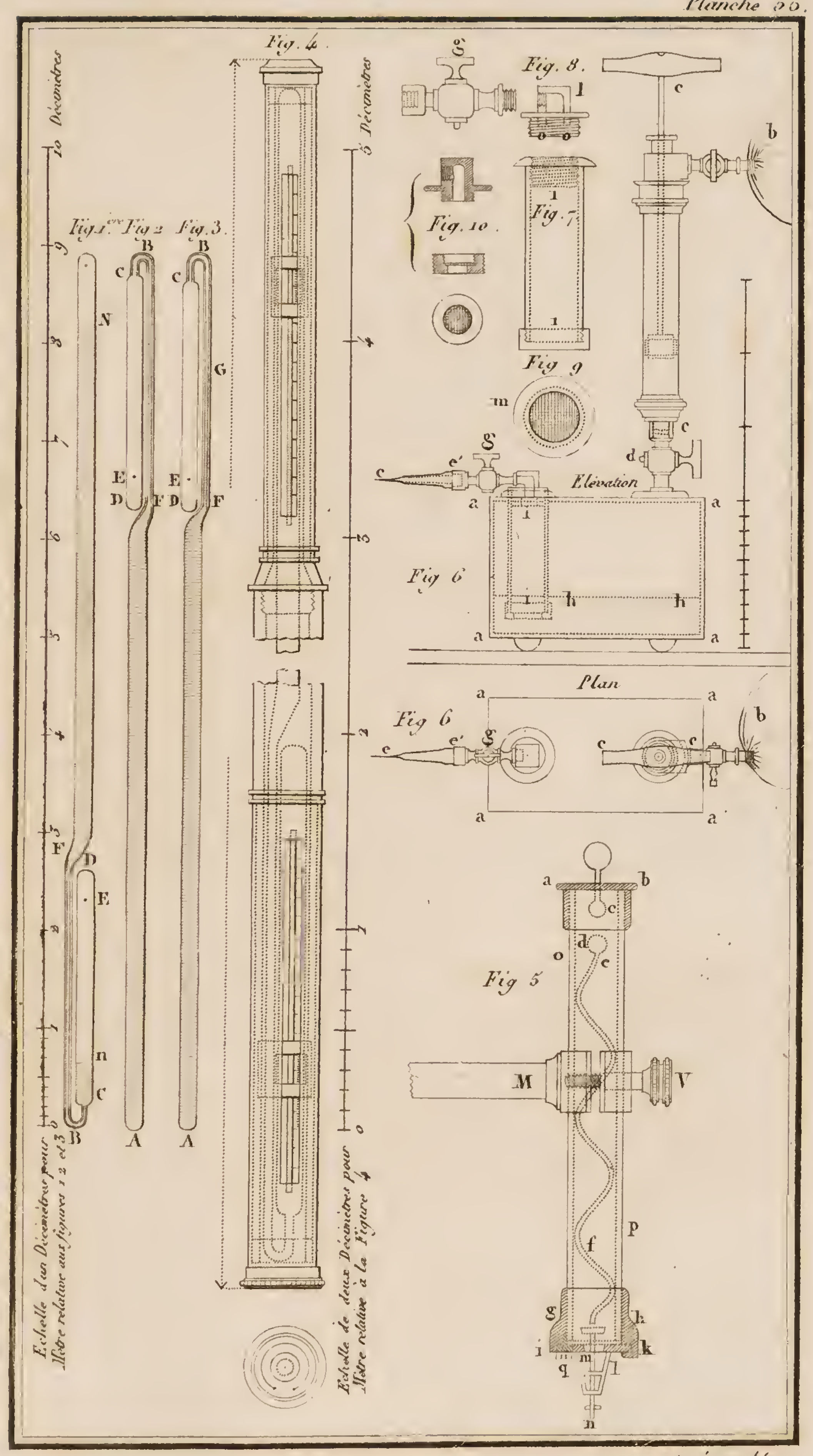
Gravé par Adam





Dessiné par Girard. Gravé par Adam.





Gravé par Adam.

